الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

عرض تكوين

مهندس دولة

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	*هندسة الطرائق*	*هندسة الطرائق الكيميائية*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION

INGENIEUR D'ETAT

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Génie des Procédés*	*Génie des Procédés chimiques*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

Training Offer

STATE ENGINEER

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Process Engineering***	***Chemical Process Engineering***

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements

Semestre 1 : filières du domaines ST

Unités d'Enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Analyse 1	IST 1.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 1	IST 1.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Probabilités et statistiques	IST 1.3	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	structure de la matière	IST 1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	Eléments de Mécanique (Physique 1)	IST 1.5	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Structure des ordinateurs et applications	IST 1.6	2	2			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Dimension éthique et déontologique (Les fondements)	IST 1.7	1	1	1h30			22h30		100%
	Histoire de l'Algérie	IST 1.8	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**		**100%**
Volume Horaire Total du semestre 1			**30**	**19**	**10h30**	**12h00**	**6h00**	**427h30**		

Université

Semestre 2 : filières du domaines ST

Unités d'Enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST 2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 2	IST 2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Electricité et Magnétisme (Physique 2)	IST 2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique	IST 2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Dessin technique	IST 2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
	Initiation à la Programmation	IST 2.6	**1**	**1**			**1h30**	**22h30**	100%	
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Logiciel libres et open sources	IST 2.7	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Nationalisme et Citoyenneté	**IST 2.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**	**-**	**100 %**
Volume Horaire Total du semestre 2			**30**	**19**	**9h00**	**10h30**	**9h00**	**427h30**		

Université

Semestre 3 : Filières du groupe C : genie des procédés, genie minier, hydrocarbures, hygiène, sécurité industrielle, industries pétrochimiques, sciences et genie de l'environnement.

Unités d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé				Cours	TD	TP		Contrôle Continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Analyse 3	IST 3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Analyse numérique 1	IST 3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Ondes et vibrations	IST 3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Eléctricité fondamentale	IST 3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Mécanique rationnelle	IST 3.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Programmation phyton	IST 3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Design assisté par ordinateur	IST 3.7	1	1			1h30	22h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 2 Coefts : 2	HSE Installations industrielles	IST 3.8	1	1	1h30			22h30		100%
	Energie et environnement	IST 3.9	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 3			**30**	**19**	**12h00**	**9h00**	**7h30**	**427h30**		

Université

Semestre 4 : Filières du groupe C: genie des procédés, genie minier, hydrocarbures, hygiène, sécurité industrielle, industries pétrochimiques, sciences et genie de l'environnement.

Unités d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé				Cours	TD	TP		Contrôle Continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 8 Coefficients :4	Chimie des solutions	IST.4.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Électronique fondamentale	IST.4.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Mecanique des fluides	IST.4.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie organique	IST.4.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie minérale	IST.4.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits: 6 Coefficients: 5	Mesure et métrologie	IST.4.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Analyse numérique 2	IST.4.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Conception assisté par ordinateur	IST.4.8	2	1			1h30	22h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Techniques d'expression et de communication	IST.4.9	2	2	1h30	1h30 atelier		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 4			**30**	**19**	**12h00**	**7h30**	**9h00**	**427h30**		

Université

Semestre 5 : spécialité: Génie des procédés chimiques

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Transfert de matière	**GPC5.1**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Cinétique chimique et catalyse homogène	**GPC5.2**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Transfert de chaleur	**GPC5.3**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Thermodynamique chimique	**GPC5.4**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Bases de la chimie organique industrielle	**GPC5.5**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 7 Coefficients : 6	Bilans macroscopiques	**GPC5.6**	**3**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Appareil de mesure et instrumentation	**GPC5.7**	**2**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Travaux pratiques de phénomènes de transfert, cinetique et de thermodynamique	**GPC5.8**	**2**	**2**			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits :2 Coefficients : 2	Anglais technique en relation avec la spécialité	**GPC5.9**	**1**	**1**	-	1h30	-	22h30	100%	
	Responsabilité environnementale 1: environnement et developpement durable	**GPC5.10**	**1**	**1**	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 5			**30**	**19**	**12h00**	**10h30**	**6h00**	**427h30**		

Université

Semestre 6 : spécialité: Génie des procédés chimiques

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 13 Coefficients : 8	Opérations unitaires I (Extraction-Absorption)	**GPC6.1**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Génie de la réaction I (réacteurs homogènes)	**GPC6.2**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Chimie minérale industrielle	**GPC6.3**	**3**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 5	Electrochimie	**GPC6.4**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Thermodynamique des équilibres	**GPC6.5**	**3**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 8 Coefficients : 5	Statistiques et notions De plans d'expériences	**GPC6.6**	**4**	**2**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Méthodes physiques d'analyse I	**GPC6.7**	**3**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Stage pratique 1 en milieu Professionnel	**GPC6.8**	**1**	**1**	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			00	100%	
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits :1 Coefficients : 1	Entreprenariat et Lean Start-up	**GPC6.9**	**1**	**1**	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 6			**30**	**19**	**12h00**	**7h30**	**9h00**	**427h30**		

Université

Semestre 7 : spécialité: Génie des procédés chimiques

Unité d'enseignement	Intitulé de la matière	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Opérations unitaires II (Distillation-Rectification, mélange et agitation)	**GPC7.1**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Milieux poreux et dispersés	**GPC7.2**	**4**	**2**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF4.1.2 Crédits : 12 Coefficients : 6	Génie de la réaction II (Réacteurs non idéaux et bioréacteurs)	**GPC7.3**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Echangeurs de chaleur	**GPC7.4**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Fours et chaudières	**GPC7.5**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.1 Crédits :9 Coefficients : 7	Programmation avancée python	**GPC7.6**	**2**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Traitements des effluents et des déchets Industriels (gazeux, liquides et solides)	**GPC7.7**	**2**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Méthodes physiques d'analyse II	**GPC7.8**	**2**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	TP- génie chimique (OU II, CR II, échangeurs,)	**GPC7.9**	**1**	**1**			1h30	22h30	100%	
	Projet Personnel Professionnel (ou stage pratique avec un min-projet personnel) obligatoire	**GPC7.10**	**2**	**1**	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			-	100%	
UE Transversale Code : UET4.1 Crédits :1 Coeff : 1	**Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**	**GPC7.11**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**		**100%**
Volume Horaire Total de semestre 7			**30**	**19**	**13h30**	**9h00**	**6h00**	**427h30**		

Université

Semestre 8 : spécialité: Génie des procédés chimiques

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF4.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Opérations unitaires III (*Séchage-Evaporation-Cristallisation*)	**GPC8.1**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Procédés d'adsorption et de séparation membranaire	**GPC8.2**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 4.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 4	Mécanique des fluides avancée	**GPC8.3**	**5**	**2**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Technologies des poudres et du solide	**GPC8.4**	**5**	**2**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM4.2 Crédits : 8 Coefficients : 7	Sécurité des procédés Industrielle et maitrise des risques	**GPC8.5**	**3**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Simulateurs statique et dynamique des procédés	**GPC8.6**	**2**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	TP -génie chimique (OU, ads et Sep. Membranaire)	**GPC8.7**	**1**	**1**			1h30	22h30	100%	
	Stage pratique 2 en milieu professionnel	**GPC8.8**	**2**	**2**	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			--	100%	
UE Transversale Code : UET 4.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Elements de l'IA appliquée	**GPC8.9**	**2**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Lean start-up	**GPC8.10**	**2**	**2**	**1h30**	**1h30**		**45h00**	**80% (20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**12h00**	**9h00**	**7h30**	**427h30**		

Université

Semestre 9 : spécialité: Génie des procédés chimiques

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.1 Crédits : 13 Coefficients : 7	Génie de la réaction III (Les réacteurs polyphasiques)	**GPC9.1**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Procédés de raffinage et de pétrochimie	**GPC9.2**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	La formulation dans les industries chimiques	**GPC9.3**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Génie de la polymérisation : quelques grands procédés industriels	**GPC9.4**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Procédés innovants	**GPC9.5**	**2**	**1**	1h30			22h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits : 7 Coefficients : 5	Contrôle & commande & régulation des procédés	**GPC9.6**	**3**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Introduction à la digitalisation des procédés	**GPC9.7**	**2**	**1**	1h30		1h00	37h30	40%	60%
	Evaluation technico-économique des procédés industriels	**GPC9.8**	**2**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Decouverte Code : UED 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Corrosion et protection Des installations	**GPC9.9**	**1**	**1**	1h00			15h00		100%
UE Transversale Code : UET 5.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Recherche documentaire et conception de mémoire	**GPC9.10**	**1**	**1**	1h00			15h00		100%
	Chemical Reverse engineering	**GPC9.11**	**2**	**2**	1h30	1h30 (Atelier)		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total de semestre 9			**30**	**19**	**15h30**	**7h30**	**5h30**	**427h30**		

Université

Semestre 10:

LeProjet de fin d'études (PFE) obligatoirement en relation avec le secteur industriel ou dans une entreprise, ou dans le cadre de l'arrêté 1265 , estsanctionné par un mémoire et une soutenance

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	**550**	**11**	**18**
Stage en entreprise	**100**	04	06
Séminaires	**50**	02	03
Autre (Encadrement)	**50**	02	03
Total Semestre 10	**750**	19	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Évaluation du Projet de Fin de Cycle d'Ingénieur

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

Université

Programmes détaillés desmatières du 1er semestre

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 3: Analyse 1
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Pré requis :
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

Objectifs de l'enseignement
Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble R

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

Chapitre 2 : Suites numériques réelles

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrique et logarithmique)

Chapitre 4 : Développement limité

1. Développement limité
2. Formule de Taylor
3. Développement limité des fonctions

Chapitre 5: Intégrales simples

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1re& 2e années d'université, Office des Publications universitaires.
2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 3: Algèbre 1
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Pré requis :
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

Objectifs de l'enseignement
Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications (5 semaines)

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque: définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

Chapitre 2 : Les nombres complexes (5 semaines)

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation $az^2 + bz + c = 0$, racines nième d'un nombre complexe.

Chapitre 3 : Espace vectoriel (5 semaines)

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

Mode d'évaluation :
Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2e année du 1er cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1er cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2e année, Armand Colin – Collection U.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière : Probabilités et statistiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles da la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques 1 et Mathématiques 2

Contenu de la matière:

Partie A : Statistiques

Chapitre 1: Définitions de base **(1 semaine)**

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités
A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

Chapitre 2: Séries statistiques à une variable **(3 semaines)**

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.
A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.
A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.
A.2.4 Caractéristiques de position
A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.
A.2.6 Caractéristiques de forme.

Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables **(3 semaines)**

1) A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.
2) A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.
3) A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.
4) A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.
5) A.3.5 Ajustement fonctionnel.

Partie B : Probabilités

Chapitre 1 : Analyse combinatoire **(1 Semaine)**

B.1.1 Arrangements
B.1.2 Combinaisons
B.1.3 Permutations.

Chapitre 2 : Introduction aux probabilités **(2 semaines)**

B.2.1 Algèbre des évènements
B.2.2 Définitions
B.2.3 Espaces probabilisés
B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance **(1 semaine)**

B.3.1 Conditionnement,
B.3.2 Indépendance,
B.3.3 Formule de Bayes.

Chapitre 4 : Variables aléatoires **(1 Semaine)**

B.4.1 Définitions et propriétés,
B.4.2 Fonction de répartition,
B.4.3 Espérance mathématique,
B.4.4 Covariance et moments.

Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles **(3 Semaines)**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle, ...

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

1. D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
2. J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polycopié ENSTA, 2008.
3. W. Feller. an Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume 1. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition, 1968.
4. G. Grimmett, D. Stirzaker, Probability and Random Processes, Oxford University Press, 2nd edition, 1992.
5. J. Jacod and P. Protter, Probability Essentials, Springer, 2000.
6. A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
7. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.3
Matière : Elément de mécanique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Prérequis :
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

Objectifs :
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)

Chapitre I : Rappel
- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

Chapitre II : Cinématique
- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

Chapitre III : Dynamique
- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,…)

Chapitre IV : Mouvement de rotation
- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,…

Chapitre V : Travail, puissance, énergie
- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,…) et états d'équilibres.
- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

Travaux Pratiques de physique 1 :

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

Mode d'évaluation:

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.4
Matière 3: Structure de la matière
VHS: 67h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Notions fondamentales (2 Semaines)

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière (3 Semaines)

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité**,** Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et**,** quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

Chapitre 3 : Radioactivité – Réactions nucléaires (2Semaines)

Radioactivité naturelle (rayonnements α, β et γ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome (2Semaines)

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

Chapitre 5 : Classification périodique des éléments (3 Semaines)

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

Chapitre 6 : Liaisons chimiques **(3 Semaines)**

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.1
Matière : TP Elément de mécanique
VHS: 22H30 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Prérequis :
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

Objectifs :
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

Travaux Pratiques de physique 1 :

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière 3: TP Structure de la matière
VHS: 22h30 (TD: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

Travaux Pratiques « Structure de la matière »

TP N° 1 : TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.
TP N° 2 : Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.
TP N° 3 : Détermination de la quantité de matière.
TP N° 4 : Détermination de la masse moléculaire.
TP N° 5 : Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique
TP N° 6 : Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.
TP N° 7 : Analyse qualitative des Cations (1^{er}, $2^{ème}$, $3^{ème}$ et $4^{ème}$ groupe).
TP N° 8 : Analyse qualitative des Anions.
TP N° 9 : Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme
TP N°10 : Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.
TP N°11 : Construction et étude de quelques structures compactes.
TP N°12 : Étude des structures ioniques

Références bibliographiques

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.3
Matière 3: Structure des ordinateurs et applications
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectif et recommandations:
L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (Fortran, Pascal ou C). Le choix du langage est laissé à l'appréciation de chaque établissement. La notion d'algorithme doit être prise en charge implicitement durant l'apprentissage du langage.

Connaissances préalables recommandées
Notions élémentaires de la technologie du Web.

Contenu de la matière:

Partie 1. Introduction à l'informatique (5 Semaines)
1- Définition de l'informatique
2- Evolution de l'informatique et des ordinateurs
3- Les systèmes de codage des informations
4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur
5- Partie matériel d'un ordinateur
6- Partie système
Les systèmes de base (les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS,...)
Les langages de programmations, les logiciels d'application

Partie 2. Notions d'algorithme et de programme (10 Semaines)
1- Concept d'un algorithme
2- Représentation en organigramme
3- Structure d'un programme
4- La démarche et analyse d'un problème
5- Structure des données : Constantes et variables, Types de données
6- Les opérateurs: opérateur d'affectation, Les opérateurs relationnels, Les opérateurs logiques, Les opérations arithmétiques, Les priorités dans les opérations
7- Les opérations d'entrée/sortie
8- Les structures de contrôle : Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives

TP Informatique 1 :
Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débuter avec les cours selon le planning suivant :
• TP d'initiation et de familiarisation avec la machine informatique d'un point de vue matériel et systèmes d'exploitation (exploration des différentes fonctionnalités des OS)
• TP d'initiation à l'utilisation d'un environnement de programmation (Edition, Assemblage, Compilation, etc.)
• TP d'application des techniques de programmation vues en cours.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100% ;

Références bibliographiques
1- John Paul Mueller et Luca Massaron, Les algorithmes pour les Nuls grand format, 2017.
2- Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen, Algorithmique: cours avec 957 exercices et 158 problèmes, 2017.
3- Thomas H. Cormen, Algorithmes: Notions de base, 2013.

Semestre: 1
Unité d'enseignement : UET 1.1.1
Matière : Dimension éthique et déontologique (les fondements)
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune

Contenu de la matière:

I. Notions Fondamentales – مفاهم أساسية (2 semaines)

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
   - A. Distinction entre éthique et Morale
   - B. Distinction entre éthique et déontologie

II. Les Référentiels – المرجعيات (2 semaines)

Les références philosophiques
La référence religieuse
L'évolution des civilisations
La référence institutionnelle

III. La Franchise Universitaire – الحرم الجامعي (3 semaines)

Le Concept des franchises universitaires
Textes réglementaires
Redevances des franchises universitaires
Acteurs du campus universitaire

IV. Les Valeurs Universitaires – القيم الجامعية (2 semaines)

Les Valeurs Sociales
Les Valeurs Communautaires
Valeurs Professionnelles

V. Droits et Devoirs (2 semaines)

Les Droits de l'étudiant
Les devoirs de l'étudiant
Droits des enseignants
Obligations du professeur-chercheur
Obligations du personnel administratif et technique

VI. Les Relations Universitaires (2 semaines)

Définition du concept de relations universitaires
Relations étudiants-enseignants
Relation étudiants – étudiants
Relation étudiants - Personnel
Relation Etudiants – Membres associatifs

VII. Les Pratiques (2 semaines)

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant
Les bonnes pratiques Pour l'étudiant

Références bibliographiques

1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches*, n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?,* 1995.
4. LEGAULT, G. A., Professionnalisme et délibération éthique, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés, 23*.
7. https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/mod_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf .

Mode d'évaluation:

Examen final : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement : UET 1.1.2
Matière : Histoire de l'Algérie
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants une vision globale et chronologique des grandes étapes de l'histoire de l'Algérie, depuis l'avènement de l'islam jusqu'à l'édification de l'État national indépendant. Il permet de comprendre les dynasties musulmanes, la régence ottomane, la colonisation française, les résistances populaires, le mouvement national et la révolution de libération. Il vise également à développer l'esprit critique de l'étudiant face aux sources historiques et à renforcer sa conscience identitaire et son attachement à la mémoire nationale.

Connaissances préalables recommandées

Aucune.

Contenu de la matière

I. L'Algérie et l'âge d'or de la civilisation islamique (VIIe – XVIe siècle) – الحضارة ازدهار وعصر الجزائر الإسلامية ***(2 semaines)***

- La conquête islamique du Maghreb et le rôle de l'Algérie dans la diffusion de l'islam en Afrique.
- Les savants et érudits algériens (Ibn Khaldoun, Abderrahmane Thaâlibi, Abou Zeid El Kairouani, Abdelhamid Ibn Badis…).
- Les mouvements réformistes religieux et la résistance culturelle face à la pénétration européenne.
- Les dynasties musulmanes d'Algérie : Rostémides, Fatimides, Zirides, Hammadides, Almohades, Zianides et Hafsides.
- La vie scientifique, culturelle et urbaine : zaouïas, médersas, traduction, architecture islamique.

II. L'Algérie ottomane : pouvoir, marine et diplomatie (1519-1830) – السلطة :العثماني العهد في الجزائر والدبلوماسية والبحرية ***(3 semaines)***

- Le contexte du rattachement d'Alger à la Régence ottomane et les étapes du pouvoir (Beylerbeys, Pachas, Aghas, Deys).
- L'organisation politique, administrative, militaire et économique de la Régence.
- La marine algérienne : naissance, apogée (XVIe-XVIIe siècle), déclin, puis disparition avec l'occupation française.
- Les relations internationales de l'Algérie avec l'Empire ottoman, les puissances européennes et les puissances émergentes (États-Unis, Russie).
- La vie sociale, culturelle et religieuse de l'Algérie à l'époque ottomane.

III. La conquête française et l'effondrement de la souveraineté nationale (1830-1847) – الاحتلال الوطنية السيادة وانهيار الفرنسي ***(3 semaines)***

- Le contexte international et interne précédant l'occupation, et l'incident dit du « coup d'éventail » (1827).
- La campagne militaire française, le débarquement de Sidi-Ferruch et la chute d'Alger (5 juillet 1830).
- Les méthodes de l'occupation coloniale et ses premières conséquences politiques, économiques et socioculturelles.

- La résistance de l'Émir Abdelkader (1832-1847) : l'émirat, les grandes batailles, les traités et la reddition.
- La résistance d'Ahmed Bey à Constantine (1830-1848).

IV. Les résistances populaires (1850-1871) – المقاومات الشعبية ***(2 semaines)***

- Les résistances des zaouïas et des tribus (Zaâtcha, Ouled Sidi Cheikh, Bouamama…).
- La résistance d'El Mokrani et du Cheikh El Haddad (1871) : causes, déroulement, répression.
- Les caractéristiques communes des résistances populaires : spontanéité, dispersion géographique, absence de direction unifiée.
- Les conséquences de la répression française (confiscations de terres, déportations en Nouvelle-Calédonie).

V. Le mouvement national et la préparation de la révolution (1900-1954) – الحركة الوطنية والتحضير للثورة ***(2 semaines)***

- Les courants politiques et intellectuels : l'élite réformiste, l'Association des Oulémas musulmans algériens, le Parti communiste algérien, l'Étoile nord-africaine puis le PPA.
- L'évolution du mouvement national pendant la Seconde Guerre mondiale, le Manifeste du peuple algérien (1943) et les massacres du 8 mai 1945.
- La crise du parti du peuple et du MTLD, la création de l'Organisation spéciale (OS) et la réunion historique des « 22 » (juin 1954).

VI. La Révolution de libération et la construction de l'État indépendant (1954-1978) – ثورة التحرير المستقلة الدولة وبناء ***(3 semaines)***

- Le déclenchement de la révolution du 1er novembre 1954 et les réactions locales et internationales.
- Les grandes étapes de la révolution (1954-1962) : Congrès de la Soummam, internationalisation de la cause algérienne, négociations et accords d'Évian.
- L'indépendance (5 juillet 1962) et les premiers défis de l'État algérien naissant.
- Les grandes réformes politiques, économiques (nationalisations, plans de développement) et éducatives de la période 1962-1978.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Mahfoud Kaddache, L'Algérie durant la période ottomane, Office des Publications Universitaires, Alger.
2. Mahfoud Kaddache, Histoire du nationalisme algérien (1919-1951), SNED, Alger, 1980.
3. Abou El Kacem Saadallah, الثقافي الجزائر تاريخ (Histoire culturelle de l'Algérie), plusieurs tomes.
4. Charles-Robert Ageron, Histoire de l'Algérie contemporaine, PUF, Paris, 1979.
5. Charles-André Julien, Histoire de l'Afrique du Nord, Payot, Paris.
6. Yves Lacoste, André Nouschi, André Prenant, L'Algérie, passé et présent, Éditions sociales, Paris, 1960.
7. Ministère des Moudjahidine et des Ayants droit, documents et archives officielles sur la Révolution algérienne.

Programmes détaillés des matières du 2ème semestre

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière : Analyse 2
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 2

Prérequis :
Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

Objectifs :
De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables (surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires

1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre
1.1 Note Historique.
1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.
1.3 Définitions générales
1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.
Solution générale. Solution particulière.
1.5 Equations à variables séparées et séparables.
1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.
Résolution de l'équation homogène.
1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.
Résolution de l'équation linéaire.
1.8 Equation de Bernoulli.
Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.
2. Equations différentielles du second ordre
2.1 Note Historique.
2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.
2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants
Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.
Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.
L'équation caractéristique admet une racine réelle double.
2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.
Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.
2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre
Méthode de la variation des constantes arbitraires.
2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants
Cas où le second membre est de la forme
a. Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
b. est une racine simple de l'équation caractéristique :

c. est une racine double de l'équation caractéristique :
Cas où le second membre est de la forme
a. si n'est pas racine de l'équation caractéristique :
b. si est racine de l'équation caractéristique :

Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différientiabilité

2.1 Note historique
2.2 Domaine de définition.
2.3 Notion de limite.
Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.
2.4 Continuité des fonctions de deux variables.
2.5 Dérivées partielles d'ordre un.
Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point (x_0,y_0)
La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$
2.6 Fonctions différentiables.
Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle $f:\mathbb{R}\rightarrow\mathbb{R}$.
Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables $f:\mathbb{R}^2\rightarrow\mathbb{R}$
Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$. Relation entre différentiabilité et continuité.
2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.
2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.
Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.
2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.
Dérivées partielles d'ordre n, n>2.
2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$.
Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

Chapitre 3

1. Intégrales doubles
1.1 Définition de l'intégrale double
1.2 Exemples
1.3 Propriétés de l'intégrale double
- Linéarité,
- Conservation de l'ordre,
- Additivité.

1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné $\mathbb{R}$.
1.5 Calcul des intégrales doubles
- Calcul direct,
- Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications :Centre de gravité, Moment d'inertie.
2. Intégrales Triples
2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.
2.2 Calcul d'une intégrale triple

- Calcul direct
- Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).
- Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.
- Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications :Centre de gravité, Moment d'inertie.

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

[1] Kada Allab, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984
[2] N. Piskounov, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978
[3] J. Dixmier, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976
[4] R. Murray Spiegel. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973
[5] G. Flory, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière : Algèbre 2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Prérequis :
- Algèbre 1

Objectifs :
- Consolider les acquis du 1er semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 1 : Espaces vectoriels
- Définition (sur $\mathbb{R}$ et$\mathbb{C}$).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

Chapitre 2 : Applications linéaires
- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

Chapitre 3 : Matrices, matrices associées et déterminants
- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires

- Définitions et interprétations.
- Systèmes de Cramer (cas général).

Chapitre 5 : Réduction des matrices.

- Valeurs propres.
- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

Références bibliographiques :

- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3^{e}édition. Classes préparatoires 1ercycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.3
Matière Electricité et magnétisme
VHS: 67h30 (Cours : 1h30 – TD 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Pré-requis :

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire.
- Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

Objectifs:

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique
– La charge ponctuelle.
– La force électrique et loi de Coulomb.
– Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
– Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
– Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
– Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
– Théorème de Gauss.

Chapitre 2 : Les Conducteurs
– Propriétés de base.
– Charge induite et phénomènes d'influences
– Pression électrostatique. – Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

Chapitre 3 : Courant électrique
– Notions d'intensité et de densité de courant.
– Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

Chapitre 4 : Magnétostatique
– Introduction.
– Force magnétique et loi de Lorentz.
– Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
– Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
– Circulation du champ magnétique.
– Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
– Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction.
– Equations de Maxwell.

Références bibliographiques :

- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck.
- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.4
Matière : Thermodynamique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs :
Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

Contenu de la matière

Chapitre I : **Notions de base en thermodynamique**
I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
I.2 Propriétés et états d'un système
I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
I.4 Densité, volume spécifique,
I.5 Pression, température et énergie
Chapitre II: **Propriétés thermodynamiques des substances pures**
II.1 Le gaz parfait
II.2 Comportement réel des gaz
II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
II.4 Propriétés des liquides et solides
Chapitre III: **Concepts fondamentaux de la thermodynamique**
II.1 Premier principe et applications
II.2 Entropie et deuxième principe
II.3 Bilan entropique et irréversibilité
II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
II.5 Potentiel chimique et fugacité
Chapitre IV: **Equilibres des processus physiques**
IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

References bibliographiques:

[1] Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
[2] Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,
[3] Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
[4] Elliot,J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)
[5] Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
[6] Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière : Dessin technique
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Pré-requis :

- Formes géométriques de base

Objectifs:

- Acquisition des notions de base du dessin
- Connaître la terminologie technique
- Lire un plan

A l'issue de ce contenu, il est attendu que l'étudiant soit capable de :

- Reconnaître les différents formats de présentation des dessins et leurs différents éléments
- Lecture d'un plan
- Acquisition des notions de base du dessin
- Connaître la terminologie technique
- Apporter des corrections à un dessin

Contenu de la matière :

Chapitre 01 : Dessin technique (03h00)

1.1 Introduction générale
1.2 Écritures
1.3 Présentation des dessins
1.4 Traits
1.5 Échelles

Chapitre 02 : Tracés géométriques (03h00)

2.1 Intersections
2.2 Raccordements

Chapitre 03 : Géométrie descriptive (03h00)

3.1 Projection du point
3.2 Projection d'une droite sur un plan
3.2.1 Droite parallèle au plan
3.2.2 Droite perpendiculaire au plan
3.3 Projection d'une surface sur un plan
3.3.1 Surface parallèle au plan
3.3.2 Surface inclinée par rapport au plan
3.3.3 Surface perpendiculaire au plan

Chapitre 04 : Projections orthogonales (06h00)

4.1 Projection des pièces prismatiques
4.2 Projection des pièces cylindriques

4.3 Projection des pièces coniques
4.4 Projection des pièces mixtes

Chapitre 05 : Dessin en perspectives (1h30)
5.1 Perspectives cavalières
5.2 Perspectives isométriques

Chapitre 06 : Cotation (1h30)
6.1 Règles générales de cotation
6.2 Applications

Chapitre 07 : Sections et coupes (1h30)
7.1 Coupes simples
7.2 Sections sorties
7.3 Sections rabattues

Chapitre 08 : Dessins d'ensembles (1h30)
8.1 Définition
8.2 Application
8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

Modalités d'évaluation :
Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

- A. Chevalier ; « Guide du dessinateur industriel »; hachette technique; Paris, 2011.
- A. Ricordeau, C. Corbet ; « Dossier de technologie de construction »; Casteilla; Paris, 2001.
- A. Ricordeau; « Géométrie descriptive appliquée au dessin »; Casteilla; Paris, 2009.
- C. Corbet, B. Duron ; « Lire le dessin technique »; Casteilla; Paris, 2005.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.1
Matière 1: TP Electricité et magnétisme
VHS: 45h00 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement
Consolider à travers des séances de Travaux Pratiques les notions théoriques abordées dans le cours de Physique 2.

Connaissances préalables recommandées
Mathématiques 1, Physique 1.

Contenu de la matière:

5 manipulations au minimum (3h00 / 15 jours)

- Présentation des instruments et outils de mesure (Voltmètre, Ampèremètre, Rhéostat, Oscilloscopes, Générateur, etc.).
- Les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds).
- Théorème de Thévenin.
- Association et Mesure des inductances et capacités
- Charge et décharge d'un condensateur
- Oscilloscope
- TP sur le magnétisme

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.2
Matière : TP Thermodynamique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Pré requis :

Néant

Objectifs :

Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

Travaux Pratiques de Thermodynamique :

TP N° 1 : Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.
TP N° 2 : Valeur en eau du calorimètre.
TP N° 3 : Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.
TP N° 4 : Etude de la solidification de l'eau pure.
TP N° 5 : Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.
TP N° 6 : Détermination de la chaleur latente de vaporisation.
TP N° 7 : Chaleur de réaction: Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).
TP N° 8 : Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.
TP N° 9 : Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.
TP N° 10 : Tension de vapeur d'une solution.
TP N°11 : Diagramme d'équilibre pour un système binaire.
TP N°12 : Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.3
Matière 3: Initiation à la programmation
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

- Acquérir les bases fondamentales en programmation
- Maîtriser la syntaxe et les structures du langage C
- Comprendre les concepts algorithmiques de base
- Développer des compétences en résolution de problèmes par programmation
- Implémenter des programmes fonctionnels en langage C
- Acquérir les bonnes pratiques de programmation et de documentation du code

Connaissances préalables recommandées

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Notions élémentaires de mathématiques (niveau terminale)
- Compétences de base en utilisation d'un ordinateur
- Connaissance basique d'un système d'exploitation

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'informatique et à la programmation (1 Semaines)

- Histoire des langages de programmation, Notion d'algorithme et de programmation, Le processus de développement d'un programmem Présentation de l'environnement de développement

Chapitre 2 : Structure d'un programme C et types de données (2 Semaines)

- Structure fondamentale d'un programme C ; Variables et constantes ; Types de données primitifs (int, float, double, char), Opérations arithmétiques et logiques

Chapitre 3 : Entrées/Sorties et expressions (2 Semaines)

- Utilisation des fonctions printf() et scanf(), Formatage des donnéesm Expressions et ordre d'évaluationm Conversions de types

Chapitre 4 : Structures de contrôle conditionnelles et de de contrôle itératives (3 Semaines)

- Instructions if-elsem Opérateurs de comparaisonm Opérateurs logiquesm Structure switch-casem Boucles while et do-whilem Boucle form Imbrication des bouclesm Instructions break et continue

Chapitre 5 : Fonctions et Tableaux et chaînes de caractères (3 Semaines)

- Définition et déclaration de fonctionsm Passage de paramètresm Valeurs de retourm Fonctions récursives, Déclaration et utilisation des tableauxm Tableaux multidimensionnelsm Chaînes de caractères en Cm Fonctions standard pour les chaînes

Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique (2 Semaines)

- Concept d'adresse mémoirem Opérateurs & et *m Allocation et libération de mémoirem Relation entre tableaux et pointeurs

Chapitre 7 : Structures et énumérations (2 Semaines)

- Définition de types structurésm Accès aux membresm Tableaux de structuresm Énumérations

Contenu détaillé des séances de TP

TP 1 : Prise en main de l'environnement

- Installation de l'IDE (Code::Blocks, Visual Studio Code avec extensions C)
- Premier programme "Hello World"
- Compilation et exécution
- Correction d'erreurs simples

TP 2 : Variables et expressions

- Déclaration et initialisation de variables
- Opérateurs arithmétiques
- Calculs simples et affichage des résultats

TP 3 : Structures conditionnelles et Structures itératives

- Implémentation de programmes avec if-else
- Utilisation de switch-case
- Opérateurs de comparaison et logiques
- Implémentation de boucles while, do-while et for
- Création de compteurs et accumulateurs
- Validation d'entrées utilisateur

TP 4 : Fonctions

- Création et appel de fonctions
- Passage de paramètres par valeur
- Organisation du code en fonctions

TP 5 : Tableaux unidimensionnels et multidimensionnels

- Manipulation des tableaux
- Recherche et tri (algorithmes simples)
- Passage de tableaux aux fonctions
- Création et manipulation de matrices
- Opérations sur les matrices

TP 6 : Chaînes de caractères

- Manipulation de chaînes avec les fonctions de la bibliothèque string.h
- Traitement de texte

TP 7 : Pointeurs et allocation dynamique

- Utilisation de pointeurs
- Allocation et libération de mémoire
- Tableaux dynamiques

TP 8 : Fichiers

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

1. Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (2022). *Le langage C : Norme ANSI*, 2e édition. Dunod.
2. Perry, G. (2007). Exercices corrigés sur le Langage C, 2e édition . Dunod.
3. Delannoy, C. (2016). *Programmer en langage C : Cours et exercices corrigés*, 5eme édition. Eyrolles.
4. Tanenbaum, A. S. (2008). Systèmes d'exploitation Avec plus de 400 exercices, 3e édition. Pearson.
5. *Yves*, M. (2009). C en action Solutions et exemples pour les programmeurs en C, 2e édition, ENI, ISBN10 : 2746052563.
6. Ressources en ligne :
   - *Learn C Programming* sur https://www.learn-c.org/
   - *C Programming* sur https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UET 1.2
Matière 1: Logiciels Libres et Open Source
VHS:45h00 (Cours: 1h30 & Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière vise à familiariser les étudiants avec l'écosystème des logiciels libres et open source, leurs fondements philosophiques et techniques, et leur application pratique pour remplacer les solutions propriétaires. À l'issue de cette formation, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les concepts fondamentaux des logiciels libres et open source
- Maîtriser les principales licences libres et leurs implications légales
- Identifier et utiliser les alternatives libres aux logiciels propriétaires courants
- Installer et configurer des solutions libres adaptées au contexte algérien
- Adopter une approche éthique et collaborative du développement logiciel

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Fondements du logiciel libre (2 semaines)
- Histoire du mouvement du logiciel libre et open source
- Différence entre "free software" et "open source"
- Philosophie de Richard Stallman et le projet GNU
- Impact économique et social des logiciels libres en Algérie et dans le monde

Chapitre 2 : Cadre juridique et licences (2 semaines)
- Introduction au droit d'auteur appliqué aux logiciels
- Licences libres principales : GPL, LGPL, BSD, MIT, Apache
- Compatibilité entre licences
- Implications pour les institutions éducatives et entreprises algériennes

Chapitre 3 : Systèmes d'exploitation libres (3 semaines)
- Introduction à GNU/Linux
- Présentation des distributions adaptées au contexte éducatif
- Principes d'installation et configuration de base
- Commandes fondamentales et gestion des paquets

Chapitre 4 : Solutions bureautiques libres (3 semaines)
- LibreOffice comme alternative à Microsoft Office
  - ✓ Writer (traitement de texte)
  - ✓ Calc (tableur)
  - ✓ Impress (présentation)
- Formats ouverts de documents
- Migration des documents existants
- Configuration pour le contexte algérien (langue, formats)

Chapitre 5 : Solutions créatives et développement (3 semaines)
- Alternatives graphiques : GIMP, Inkscape
- Outils de développement : IDE libres, Git
- Outils web : navigateurs libres, CMS open source
- Bases de données libres : MySQL/MariaDB, PostgreSQL

Chapitre 6 : Perspectives et avenir des logiciels libres (2 semaines)
- Communautés open source et méthodes de contribution
- Modèles économiques du logiciel libre
- Politiques publiques et logiciels libres en Algérie
- Opportunités professionnelles liées aux logiciels libres

Ateliers

Atl. 1 : Découverte de Linux

- Installation d'une distribution Linux en machine virtuelle
- Configuration de base et personnalisation du système
- Navigation dans l'interface et utilisation des commandes de base

Atl. 2 : Gestion des logiciels sous Linux

- Utilisation des gestionnaires de paquets
- Installation et mise à jour de logiciels
- Configuration des dépôts logiciels

Atl. 3 : Migration vers LibreOffice

- Installation et configuration de LibreOffice
- Création et édition de documents avec Writer
- Conversion des formats propriétaires vers les formats ouverts
- Création de modèles adaptés aux besoins de l'étudiant

Atl. 4 : Tableurs et présentations libres

- Utilisation avancée de Calc (formules, graphiques)
- Création de présentations avec Impress
- Compatibilité avec les formats existants
- Travail collaboratif sur documents

Atl. 5 : Traitement d'image et graphisme

- Utilisation de GIMP pour l'édition d'images
- Création graphique avec Inkscape
- Comparaison avec les outils propriétaires correspondants
- Réalisation d'un projet graphique simple

Atl. 6 : Web et bases de données libres

- Installation et configuration d'un CMS open source (WordPress, Joomla)
- Configuration d'une base de données MariaDB
- Création d'un site web simple
- Sécurisation de base

Atl. 7 : Développement collaboratif

- Utilisation de Git pour la gestion de versions
- Configuration d'un environnement de développement libre
- Participation à un mini-projet collaboratif
- Utilisation d'une forge logicielle (GitHub, GitLab)

Mode d'évaluation : examen 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

1. Stallman, R. (2002). "Free as in Freedom : Richard Stallman's Crusade for Free Software", 1st Edition, O'Reilly Media.
2. Mathieu , N. (2012). " Reprenez le contrôle à l'aide de Linux - 2e édition". EYROLLES.
3. Stutz, M. (2001). " The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday". No Starch Press.
4. Collectif Eni. (2009). " Initiation aux logiciels libres OpenOffice.org 3, Firefox 3 et Thunderbird". ENI Editions.
5. François, E. (2009). "L'économie du logiciel libre". EYROLLES.
6. Marie, C. (2014). " Des logiciels libres pour le Maghreb ? Des opportunités théoriques aux réalités empiriques ". Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
7. Documentation du projet GNU: https://www.gnu.org/doc/doc.html
8. Stallman, R. M. (2002). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.* GNU Press.

Semestre: 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière : Nationalisme et Citoyenneté
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à faire acquérir aux étudiants les concepts fondamentaux relatifs à la patrie, à la citoyenneté et à l'unité nationale, et à leur faire prendre conscience du rôle de l'histoire dans la construction de la mémoire collective et de l'identité nationale. Il met l'accent sur le rôle de la famille, de l'école et de l'université dans le renforcement de l'appartenance nationale, ainsi que sur l'importance de la cohésion du front intérieur face aux défis internes et externes. Il a pour finalité de former un citoyen conscient de ses droits et de ses devoirs, attaché aux constantes nationales et capable de contribuer positivement à la stabilité et au développement du pays.

Connaissances préalables recommandées

Aucune (le module s'appuie cependant utilement sur les acquis du module Histoire dispensé au premier semestre).

Contenu de la matière

I. Notions fondamentales : Watan, Wataniya, Muwatana – المواطنة الوطنية، الوطن، :الأساسية المفاهيم ***(3 semaines)***

- Définition du concept de patrie (Watan), de patriotisme (Wataniya) et de citoyenneté (Muwatana).
- Les classifications de la patriotisme : affective, active, constitutionnelle.
- Les classifications de la citoyenneté : légale, active (participative), numérique.
- Les dimensions de la citoyenneté : politique, juridique, sociale, économique et environnementale.
- Les constantes nationales algériennes : l'islam, l'arabité et l'amazighité, l'unité du territoire national, la révolution de novembre 1954, la démocratie populaire.

II. Les piliers de l'unité nationale – الوطنية الوحدة أركان ***(2 semaines)***

- Le concept et l'importance de l'unité nationale dans la cohésion de la société et la résistance aux divisions.
- La langue (arabe et amazighe), la religion et l'identité commune comme fondements de l'unité.
- La justice, l'égalité entre citoyens, le sentiment d'appartenance et de loyauté envers la patrie.
- Le référentiel historique commun et les institutions fédératrices (l'École, l'Armée Nationale Populaire, les médias…).
- Les principales menaces pesant sur l'unité nationale : régionalisme, extrémisme, injustice sociale, campagnes médiatiques hostiles.

III. Histoire et construction de la mémoire collective nationale – الوطنية الجماعية والذاكرة التاريخ ***(2 semaines)***

- Définitions de l'histoire et de la mémoire collective, et relation entre les deux notions.
- Le rôle de l'histoire dans l'ancrage de l'identité nationale et dans la protection contre la falsification du passé.
- Les vecteurs de construction de la mémoire collective : l'école, les médias, le cinéma et le théâtre, les musées et monuments, les témoignages des moudjahidine.

- Les menaces contemporaines pesant sur la mémoire collective : oubli des jeunes générations, désinformation étrangère, instrumentalisation politique de l'histoire.

IV. Rôle de la famille et de la société civile – دور الأسرة والمجتمع المدني ***(2 semaines)***

- Le concept d'esprit national (الوطنية الروح) et son importance dans la construction de l'identité et de la stabilité sociopolitique.
- L'éducation à l'amour de la patrie dès le jeune âge et la transmission des valeurs nationales au sein de la famille.
- Le rôle du bon exemple parental et l'encouragement à la participation aux manifestations nationales.
- Le rôle de l'école, des médias, des associations culturelles et de la mosquée dans le renforcement de l'esprit national au sein de la société.

V. Rôle de l'école et de l'université – دور المدرسة والجامعة ***(3 semaines)***

- Le concept d'image mentale de la patrie et ses principales sources de formation (famille, médias, environnement social, école, université, histoire).
- Le rôle des programmes éducatifs et des activités parascolaires dans la consolidation d'une image positive de la patrie.
- Le rôle de l'université : programmes académiques, vie associative étudiante, rôle de l'enseignant-chercheur et de la recherche académique.
- Les risques liés à l'absence d'images mentales positives sur la patrie : sentiment d'aliénation, désaffection, repli identitaire, migration.

VI. Esprit national, cohésion du front intérieur et mobilisation générale – الروح الوطنية وتماسك الجبهة الداخلية والتعبئة العامة ***(3 semaines)***

- Définitions de l'esprit national, du front intérieur (الداخلية الجبهة) et de la mobilisation générale (التعبئة العامة).
- La relation entre l'unité d'objectif, la confiance dans les institutions et la résistance aux campagnes de désinformation.
- L'esprit national comme condition de réussite de la mobilisation générale : motivation, acceptation des sacrifices temporaires, participation populaire large.
- Études de cas nationales et internationales : la Révolution algérienne, la gestion de la pandémie de Covid-19, la résilience face aux crises.
- Les mécanismes pratiques de renforcement de l'esprit national au service de la cohésion du front intérieur.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Constitution de la République Algérienne Démocratique et Populaire (révision de 2020).
2. Charte et Plate-forme du Congrès de la Soummam (20 août 1956).
3. Déclaration du 1er novembre 1954, Front de Libération Nationale.
4. Loi d'orientation sur l'éducation nationale n° 08-04 du 23 janvier 2008.
5. Dominique Schnapper, La Communauté des citoyens, Gallimard, Paris, 1994.
6. Mostefa Lacheraf, L'Algérie : nation et société, Maspero, Paris, 1965.
7. Documents et publications du Ministère des Moudjahidine et de la Mémoire Nationale.

Programmes détaillés des matières du 3ème semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	Analyse 3	3	6	IST 3.1
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**	
67h30	1h30	3h00	-	

Prérequis :
Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives des fonctions à plusieurs variables et les mathématiques enseignées en S1 et S2

Objectifs :
De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:
L'utilisation de l'analyse vectorielle dédiée à la description de plusieurs phénomènes physiques et pratiques
la maîtrise de la transformée de Fourier pour les applications les plus usuelles
la maîtrise de la transformée de Laplace pour la résolution des équations et des systèmes d'équations différentielles

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Analyse vectorielle

1. Champs de scalaires et champs de vecteurs
- Définition d'un champ de scalaires
- Définition d'un champ de vecteurs
2. Circulation et gradient
- Définition (Circulation d'un champ de vecteurs)
- Définition (Gradient d'un champ de scalaires)
- Définition (Champs de gradients)
3. Divergence et rotationnel
- Définition (Divergence d'un champ de vecteurs)
- Définition (Rotationnel d'un champ de vecteurs)
- Définition (Champs de rotationnels)
- Définition (Laplacien d'un champ de scalaires)
4. Potentiels scalaires et potentiels vecteurs
5. Intégrale curviligne
6. Calcul de l'intégrale curviligne
7. Formule de Green
8. Conditions pour qu'une intégrale curviligne ne dépende pas du chemin d'intégration
9. Intégrales de surface
10. Calcul des intégrales de surface
11. Formule de Stockes
12. Formules d'Ostrogradsky

Chapitre 2 : Séries numériques et entières

I- Séries numériques

1. Généralités :
Somme partielle. Convergence, divergence, somme et reste d'une série convergente.
2. Condition nécessaire de convergence.

3. Propriétés des séries numériques convergentes
4. Séries numériques à termes positifs
4.1 Critères de convergences
- Condition nécessaire et suffisante de convergence.
4.2 Critère de comparaison
- Théorème
- Conséquence (Règle d'équivalence)
4.3 Règle de D'Alembert
- Théorème
4.4 Règle de Cauchy
- Théorème
4.5 Critère intégral de Cauchy
- Théorème
5. Séries à termes quelconques
5.1 Séries alternées.
Définition d'une série alternée
Théorème de Leibnitz (Théorème des séries alternées)
5.2 Séries absolument convergentes
Définition d'une série absolument convergente
Théorème : CVA⇒CVS
5.3 Séries semi-convergentes.
Définition d'une série semi-convergente
Exemples
5.4 Critère D'Abel
Théorème (Premier critère d'Abel pour les séries)

II- Séries entières
1. Définition d'une série entière,
Lemme d'ABEL,
Rayon de convergence
Détermination du rayon de convergence,
Règle d'HADAMARD.
2. Propriétés des séries entières.
Linéarité et produit de deux séries entières,
Convergence normale d'une S.E. d'une variable réelle sous tout segment inclus dans l'intervalle ouvert de convergence,
Continuité de la somme sur l'intervalle ouvert de convergence,
Intégration terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence,
Dérivation terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence.
3. Développement en S.E.au voisinage de zéro d'une fonction d'une variable réelle.
Fonction développable en S.E. sur l'intervalle ouvert de convergence.
Série de Taylor- Maclaurin d'une fonction de classe ∞
Unicité du développement en S.E.
4. Applications.
Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles
Recherche de solution d'une équation différentielle ordinaire du premier et deuxième ordre à coefficients variables sous forme de S.E.

Chapitre 3 : Séries de Fourier

1. Définitions générales
2. Coefficients de Fourier.

3. Fonction développable en série de Fourier.
4. Théorème de Dirichlet
5. Egalité de Parseval.
6. Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.

Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace
Transformées de Fourier
1. Intégrale de Fourier
2. Forme complexe de l'intégrale de Fourier.
3. Définitions et premières propriétés
Définition d'une transformée de Fourier et de son inverse
Dérivée de la transformée de Fourier
Transformée de Laplace
1- Définition de la transformée de Laplace
2 - Propriétés de la transformée de Laplace
(Unicité, Linéarité, Facteur d'échelle, Dérivation, Intégration, Théorèmes)
3 - Transformées de Laplace courantes
4 - Résolution d'équations différentielles par transformée de Laplace

Modalités d'évaluation :
Contrôle continu 40% , Examen 60%

Références bibliographiques :

1. Med El Amrani, Suites et séries numériques, Ellipses.
2. François Liret ; mathématiques en pratiques, cours et exercices; Dunod. (f.p.v ; Int. Mult. Séries…)
3. Marc Louis, Maths MP-MP, Ellipses. (Int. Doubles)
4. Denis Leger, PSI. Exercices corrigés Maths, Ellipses. (Séries de Fonctions, Entières, Fourier…)
5. Charles-Michel Marle, Philippe Pilibossian, Sylvie Guerre- Delabrière, Ellipse. (Suites, Séries, Intégrales).
6. Fabrice Lembiez Nathan, Tout en un, Exercices de maths.
7. Valerie Collet, Maths toute la deuxième année, 361 exercices, rappels de cours, trucs et astuces, ellipses.
8. A.Monsouri, M.K.Belbarki. Elément d'analyse. Cours et exercices résolus. 1er cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2iéme ordre).
9. B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques.11iéme édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S3	**Analyse numérique 1**	**3**	**5**	IST 3.2

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
67h30	1h30	1h30	1h30

Pré-requis :

Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Objectifs :

Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :
Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Introduction à l'analyse numérique

1.1. Sources d'erreurs : erreurs de modélisation, erreurs sur les données, valeur approchée, propagation des erreurs, erreur relative et erreur absolue, arithmétique flottante, norme IEEE-754, erreurs d'arrondis, erreur de troncature, chiffres significatifs exacts, opérations risquées.
1.2. Conditionnement et stabilité : exemple d'instabilités numériques, conditionnement d'un problème.
1.3. Méthodes et algorithmes : méthodes exactes, méthodes approchées, méthodes itératives.

Chap. 2 Résolution d'équations non linéaires

2.1. Fonctions d'une variable réelle : théorèmes de localisation et séparation des racines.
2.2. Méthodes classiques : méthode de dichotomie, Méthode de la sécante, critère d'arrêt.
2.3. Méthodes itératives : méthode de point fixe, méthode de newton, ordre de convergence, critères d'arrêts.

Chap. 3 Résolution de systèmes linéaires

3.1. Méthodes directes : matrice triangulaire supérieure (ou inférieure), matrices symétriques (définitions et propriétés), méthode d'élimination de Gauss, factorisation LU (Crout, Doolittle), factorisation de Cholesky (matrice symétrique définie positive).
3.2. Vocabulaire d'algèbre numérique : normes vectorielles, normes matricielles, conditionnement d'une matrice (définitions et propriétés), rayon spectrale, exemple de système linéaire mal conditionné.
3.3. Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, étude de la convergence des méthodes itératives, critères d'arrêt.

Travaux Pratiques :

- Prise en main de Matlab

- Résolution des équations non-linéaires
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes itératives

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu 40% (20% TD + 20% TP), Examen 60%

Références bibliographiques :

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, Applied numerical methods using matlab, John Wiley end Sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms,siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	**Ondes et Vibrations**	**3**	**5**	IST 3.3

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
67h30	1h30	1h30	1h30

Prérequis :
Avoir assimilé les matières traitant de la mécanique du point et les Mathématiques d'analyse de la première année

Objectifs :
L'acquisition de connaissances théoriques et pratiques de tout système de vibration ou d'ondes par :
-la compréhension et la résolution des mouvements vibratoires et les différents types d'oscillations engendrées
-l'étude de la propagation des ondes mécaniques et les mouvements ondulatoires engendrés

Contenu de la matière :

PARTIE I : MOUVEMENT OSCILLATOIRE

Chapitre 1 : Généralités sur les oscillations

1- Rappels mathématiques
2- Définitions générales
- Coordonnées, nombre de degrés de liberté.
- Énergie cinétique ; énergie potentielle, énergie totale
- Système conservatif ; Système dissipatif

3- État d'équilibre
- Cas d'équilibre stable ; Cas d'équilibre instable

4- Oscillations :
- Méthode de Newton
- Méthode de moment cinétique
- Principe de conservation de l'énergie totale

Chapitre 2 : Mouvement oscillatoire libre

1- Définitions et propriétés
- Formalisme de Lagrange-Euler

2- Exemples d'applications :
- Oscillateurs mécaniques : Masse-Ressort ; pendules (pesant et simple)
- Oscillateurs électriques : Modèle L-C
- Oscillateur acoustique : Modèle résonateur d'Helmholtz

3- Bilan énergétique

Chapitre 3 : Mouvement oscillatoire amorti

1- Bilan énergétique
2- Les oscillations libres
3- L'oscillateur harmonique
4- Pulsation propre d'un oscillateur harmonique
5- L'énergie d'un oscillateur harmonique
6- Les oscillations libres amorties
7- Forces d'amortissement
8- Équation des mouvements
9- Oscillations pseudo-périodiques (décrément logarithmique, facteur de qualité)
10- Les oscillations libres forcées
11- Définition

12- Cas d'une excitation sinusoïdale (résonance, déphasage)
13- Cas d'une excitation périodique quelconque
14- Les oscillations amorties forcées
15- Équation des mouvements
16- Régime transitoire, régime permanent. Bande passante. Facteur de qualité
17- Analogie entre systèmes oscillants mécaniques et électriques

PARTIE II : ONDES MÉCANIQUES

Chapitre 4 : Généralités sur les ondes mécaniques

- Classification des ondes
- Intégrale générale de l'équation générale d'ondes progressives
- Vitesse de phase, vitesse de groupe
- Notion de front d'onde. Exemple des ondes planes, ondes sphériques
- Réflexion et transmission des ondes
- Relation entre les différentes grandeurs représentant l'onde

Chapitre 5 : Ondes transversales sur une corde

- Équation de propagation
- Impédance caractéristique
- Énergie d'une onde progressive
- Réflexion et transmission des ondes
- Ondes stationnaires

Chapitre 6 : Ondes longitudinales dans les fluides

- Ondes planes dans un tuyau cylindrique
- Équation d'ondes dans un gaz
- Équation d'ondes dans un liquide
- Impédance acoustique
- Impédance caractéristique
- Énergie transportée par une onde
- Coefficients de réflexion et de transmission d'ondes (conditions aux limites)

Chapitre 7 : Ondes élastiques dans les solides

Travaux Pratiques

- Oscillations forcées : Pendule de Pohl
- Pendules couplés
- Moment d'inertie et vibrations de torsion
- Résonance mécanique

Modalités d'évaluation :

- Contrôle continu 20%+ TP 20%. Examen final 60%

Travaux pratiques

TP1 : Masse – ressort
TP2 : Pendule simple
TP3 : Pendule de torsion
TP4 : Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
TP5 : Pendules couplés
TP6 : Oscillations transversales dans les cordes vibrantes
TP7 : Poulie à gorge selon Hoffmann
TP8 : Systèmes électromécaniques (Le haut parleur électrodynamique)
TP9 : Le pendule de Pohl
TP10 : Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

Remarque : Il est recommandé de choisir au moins 5 TP parmi les 10 proposés.

Références bibliographiques:

1. H. Djelouah ; Vibrations et Ondes Mécaniques – Cours & Exercices (site de l'université de l'USTHB : perso.usthb.dz/~hdjelouah/Coursvom.html)
2. T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermes science Lavoisier, 2010
3. J. Brac ; Propagation d'ondes acoustiques et élastiques ; Hermès science Publ. Lavoisier, 2003.
4. R. Lefort ; Ondes et Vibrations ; Dunod, 2017
5. J. Bruneaux ; Vibrations, ondes ; Ellipses, 2008.
6. J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleckinger ; Electromagnétisme Fondements et Applications, Ed. Dunod, 2011.
7. H. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
3	**Électricité Fondamentale**		**3**	**5**	**IST 3.4**
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré-requis

Notions de mathématique, notion de physique

Objectifs

- Maîtriser les lois fondamentales de l'électricité (lois de Kirchhoff, Théorèmes).
- Savoir analyser et résoudre des circuits en régime continu et alternatif.
- Manipuler des instruments de mesure en TP et interpréter les résultats.
- Introduire les notions de puissance, rendement et bases du triphasé.

Chapitre.1 Introduction et rappels (1.Semaine)

- Grandeurs électriques (tension, courant, puissance, énergie).
- -Conversion d'unités, exercices simples (loi d'Ohm).

Chapitre.2 Lois fondamentales des circuits

- Loi des nœuds, loi des mailles.

Chapitre.3 : Association des résistances

- Série, parallèle, diviseur de tension et de courant.
- Exercices de simplification de circuits.

Chapitre.5 : Sources et Théorèmes

- Sources de tension/courant, Théorème de superposition.

Chapitre 6 : Théorèmes de Thévenin et Norton

- Théorèmes d'équivalence, résistance équivalente. Calcul de circuits équivalents.

Chapitre.7 : Régime transitoire RC

- Charge/décharge du condensateur (équation différentielle). Étude analytique et graphique.

Chapitre.8 : Régime transitoire RL

- Réponse temporelle d'un circuit RL. Résolution d'équations différentielles.

Chapitre.9 : Introduction au régime sinusoïdal

- Grandeurs sinusoïdales, représentation temporelle et complexe. Calcul de valeurs efficaces, phaseurs.

Chapitre.10 : Circuits R, L, C en alternatif

- Impédance, admittance, diagrammes de phase.
- Résolution de circuits RL, RC, RLC.

Chapitre.11 : Résonance

- Résonance série et parallèle, bande passante, Q.

<u>Travaux Pratiques</u>

TP1 : Étude de circuits résistifs et lois fondamentales

- Réalisation de montages résistifs simples.
- Vérification expérimentale des lois des nœuds et des mailles.

TP2 : Étude des circuits avec plusieurs sources et théorèmes de base

- Montage avec plusieurs sources.
- Validation expérimentale des théorèmes de superposition et d'additivité.

TP3 : Théorème de Thévenin

- Vérification pratique du Théorème de Thévenin.
- Comparaison théorie/expérience.

TP4 : Étude des régimes transitoires RC et RL

- Mesure des constantes de temps à l'oscilloscope.
- Vérification expérimentale de la réponse d'une bobine + résistance.

TP5 : Introduction aux signaux sinusoïdaux et au déphasage

- Utilisation du générateur BF et de l'oscilloscope.
- Étude de circuits RL et RC : mesure de déphasage courant/tension.

TP6 : Étude de la résonance en série

- Vérification expérimentale de la résonance série RLC.
- Analyse de l'influence de la fréquence sur courant et tension.

Mode d'évaluation

Contrôle continu+TP : 20 %+20% ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques

1. J.P Perez, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3eme Edition, 1997.
2. C. François, Génie électrique, Ellipses, 2004
3. S. Nassar, Circuits électriques, Maxi Schaum.
4. H. Lumbroso, Problèmes résolus sur les circuits électriques, Dunod.
5. Edminster, Théorie et applications des circuits électriques, Mc. Graw Hill.
6. D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 200

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	**Mécanique Rationnelle**	**2**	**4**	IST 3.5

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h00	1h30	1h30	-

Prérequis :

- Mécanique du point
- Analyse Mathématique
- Algèbre

Objectifs :

- Fournir tous les éléments et outils permettent l'étude de la mécanique des corps rigides ou systèmes de corps rigides.
- Apprendre comment poser un problème relevant de la mécanique rationnelle en insistant sur le choix judicieux de repères et de paramètres permettant de traiter un problème donné.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels mathématiques (éléments de calcul vectoriel).

1.1. Vecteurs
1.1. Propriétés de base
1.2. Produit scalaire
1.3. Produit vectorielle
1.4. Produit Mixte
1.5. Projection des vecteurs
1.5.1. Projection orthogonale d'un vecteur sur un axe
1.5.2. Projection orthogonale d'un vecteur sur un plan
1.2. Torseurs
2.1. Définition :
2.2. Propriétés des torseurs
2.2.1. L'équivalence de deux torseurs :
2.2.2. Torseur nul :
2.2.3. Somme de deux torseurs :
2.2.4. Multiplication d'un torseur par un scalaire :
2.3. Axe central d'un torseur
2.4. Pas du torseur
2.5. Torseur couple

Chapitre 2 : Statique

2.1. Généralités et définitions de base

2.1.1. Définition et sens physique de la force
2.1.2. Les systèmes de forces
2.1.3. Opérations sur la force (composition, décomposition, projection)
A. Décomposition géométrique d'une force

B. Résultante de deux forces concourantes

2.2. Statique.

2.2.1. Moment d'une force par rapport à un point
2.2.2. Moment d'une force par rapport à un axe
2.2.3. Théorème de Varignon
2.2.4. Condition d'équilibre statique
2.2.5. Liaisons, appui et réactions

Chapitre 3 : cinématique du solide rigide.

3.1. Rappels sur les quantités cinématiques pour un point matériel.
3.2. Cinématique du corps solide
3.2.1. Définitions : (Solide rigide, Vecteur vitesse de rotation)
3.2.2. Champ des vitesses d'un solide en mouvement-Formule de Varignon :
3.2.3. Equiprojectivité du champ de vitesses d'un solide
3.2.4. Torseur cinématique
3.2.5. Champ des accélérations
3.3. Les lois de composition des mouvements
3.3.1. Composition des vitesses
3.3.2. Composition des accélérations
3.3.3. Composition des vecteurs rotations
3.4. Mouvements fondamentaux
3.4.1. Mouvement de translation :
3.4.2. Mouvement de rotation pur autour d'un axe
3.4.3. Mouvement hélicoïdal (translation + rotation)
3.4.4. Mouvement plan sur plan

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

Références bibliographiques :

- M. Mantion, exercices et problèmes de mécanique ; Armand Colin.
- H. Gie, J.P Sarmant, mécanique volume 1, Lavoisier.
- T. Hani, Mécanique Générale, OPU
- J.C. Bone, Mécanique Générale, Dunod Université.
- Annequin et Boutigny, cours de mécanique, Vuibert.
- P. Brousse, Mécanique II, Armand Colin.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	**Programmation Python**	**2**	**2**	IST 3.6

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h00	1h30		1h30

Prérequis :

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

Objectifs :

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Installer et utiliser Python

Chapitre 2. Notions de base

2-A. Mode interactif et mode script ,

2-A-1. Calculatrice Python,

*2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, *, /, //, %, et **,*

2-A-3.c Priorité

2-B. Variable et type de donnée *:*

2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée

2-B-2. Type de donnée*:(*. Nombre, *Caractère,* Chaîne de caractères *)*

2-B-3. Conversion *(fonction str)*

2-C. Fonction prédéfinie

2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)

2-C-2. Fonction print

2-C-3. Sortie formatée *(utiliser la fonction format)*

2-C-4. Fonction input

2-C-5. Importation de fonction

2-D. Code source

2-D-1. Règle de nommage des variables

2-D-2. Commentaire

Chapitre 3. Les structures conditionnelles

(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)

Les limites de la condition simple en if

Les opérateurs de comparaison

Prédicats et booléens

Les mots-clés and, or et not

Chapitre 4. Les boucles
La boucle while
La boucle for
Les boucles imbriquées
Les mots-clés break et continue
Chapitre 5. Les fonctions
La création de fonctions
Valeurs par défaut des paramètres
Signature d'une fonction
L'instruction return
Les modules,
La méthode import
La méthode d'importation : from ... import ...
Les packages
Importer des packages
Créer ses propres packages
Chapitre 6: Les listes et tuples
Création et éditons de listes
Définition d'une liste, Création de listes
Insérer des objets dans une liste
Ajouter un élément à la fin de la liste
Insérer un élément dans la liste
Concaténation de listes
Suppression d'éléments d'une liste
Le mot-clé del
La méthode remove
Le parcours de listes
La fonction enumerate
Création de tuples
Chapitre 7 : Les dictionnaires
Création et édition de dictionnaires
Créer un dictionnaire
Supprimer des clés d'un dictionnaire
Les méthodes de parcours
Parcours des clés
Parcours des valeurs
Parcours des clés et valeurs simultanément
Les dictionnaires et paramètres de fonction
Chapitre 8: Objets et classes
Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets
Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.
Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.
Chapitre 9 : Les fichiers
Chemins relatifs et absolus

Lecture et écriture dans un fichier
Ouverture du fichier
Fermer le fichier
Lire l'intégralité du fichier
Écriture dans un fichier
Écrire d'autres types de données
Le mot-clé with
Enregistrer des objets dans des fichiers
Enregistrer un objet dans un fichier

Mode d'évaluation : Contrôle continu (travaux pratiques) 40%, examen final 60%

Références bibliographiques :

[1] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[2] . Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;
[3] . Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;
[4] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[5] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[6] . Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;
[7] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;

Travaux pratiques :

TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)
1. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)
2. Premiers pas avec l'interpréteur Python
    - Exécution de commandes simples en mode interactif
    - Utilisation de Python comme calculatrice
3. Création et exécution d'un premier script Python

TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)
1. Manipulation des types de données fondamentaux
    - Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens
    - Conversion entre types de données
2. Opérations arithmétiques et priorités

TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)
1. Instructions conditionnelles (if, elif, else)
2. Boucles (for, while)

TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)
1. Définition et appel de fonctions
2. Paramètres et valeurs de retour

TP 5 : Structures de données (1 Semaine)
1. Manipulation des listes
2. Dictionnaires et tuples
3. Parcours et manipulation des structures de données

TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)
1. Lecture et écriture de fichiers texte

2. Projet final au choix :
    - ✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande
    - ✓ Jeu du pendu
    - ✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV
    - ✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

Références bibliographiques :

1. Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
2. Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
3. Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
4. Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni
5. Lutz, M. (2013). Learning Python, 5ème edition O'Reilly. ISBN: 978-1449355739

Ressources en ligne

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	**Dessin assisté par ordinateur**	1	1	IST 3.7

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
22h30	-	-	1h30

Objectifs:
Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 01 : Introduction à la CAO (1,5 h)

1. **Partie I : Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique**
   - Les logiciels de DAO
   - Les logiciels de CAO
   - Les logiciels de FAO
   - Les logiciels de simulation
2. **Partie II : Principe de fonctionnement des modeleurs 3D**
   - Modélisation polygonale
   - Modélisation par courbes (NURBS)
   - Modélisation par subdivision de surface
   - Modélisation par surfaces implicites
   - Modélisation par géométries
   - Modélisation volumique

Chapitre 02 : AutoCad(11 h)
Partie I : Dessin 2D
1. Présentation du logiciel
2. Coordonnés cartésiennes et polaires
3. Dessin de base
   - Utiliser les aides aux dessins : accrochage, grille
   - Annoter et composer les plans
   - Créer un plan 2D
   - Gérer les échelles et l'affichage
   - Créer et gérer des bibliothèques
   - Importer et exporter dans les différents formats
   - Gestion et sauvegarde des mises en page
   - Éditer les plans (imprimante/traceur)
   - Gérer les calques et les blocs
4. Commandes de dessin et de modifications

Partie II : Modélisation 3D
1. Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)
2. Eléments de base et opération booléenne

3. Visualisation et affichage

Chapitre 03 : SOLIDWORKS (10h00)

Partie I : PIECES

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. ESQUISSE
4. FONCTION

Partie II : ASSEMBLAGE

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. Les contraintes

Partie III : MISE EN PLAN

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. fond de plan
4. disposition des vue
5. Annotation.

Références bibliographiques :

- AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.
- Les secrets du dessinateur AutoCAD,PatrickDiver, Edition Pearson 2010.
- SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	**Hygiène Sécurité Environnement– Installations Industrielles**		1	1	IST 3.8
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement

- Identifier et évaluer le risque ;
- Mettre en œuvre les méthodes de prévention appropriées ;
- Contrôler la réalité et l'efficacité des dispositifs mis en place.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction à l'évaluation et à la maîtrise des risques, Analyse des accidents
7 semaines

1.1 Comprendre les notions de base (danger, risque) et identifier les acteurs de la prévention ;
1.2 Maîtriser les indicateurs relatifs aux accidents du travail (taux de fréquence, taux de gravité, …) et aux maladies professionnelles ;
1.3 Observer et analyser les risques liés à une situation de travail ;
1.4 Elaborer un arbre des causes ;

Chapitre 2 : Introduction à la santé au travail et à la protection de l'environnement
8 semaines

2.1 Identifier les principaux aspects en matière d'hygiène et de santé publique ;
2.2 Connaître les notions d'hygiène de l'habitat ;
2.3 Connaître les principaux domaines de la protection de l'environnement ;
2.4 Appréhender la problématique du développement durable ;
2.5 identifier le rôle et la mission des différents organismes en matière de santé et sécurité du travail et de santé publique.

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Références bibliographiques:
(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	**Energie et Environnement**		1	1	IST 3.9
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement

- Connaître les différentes formes et sources d'énergie (fossiles, renouvelables, nucléaires).
- Comprendre les procédés de conversion et de stockage de l'énergie.
- Analyser les impacts environnementaux liés à la production et à l'utilisation de l'énergie.
- Introduire les concepts de durabilité, d'efficacité énergétique et de transition énergétique.
- Préparer les étudiants à intégrer la dimension environnementale dans la conception et l'exploitation des procédés

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction générale

- Définition et rôle de l'énergie dans les procédés industriels.
- Place de l'énergie dans l'économie et le développement durable.
- Indicateurs énergétiques (consommation mondiale, intensité énergétique).

Chapitre 2 : Formes et sources d'énergie

- Énergies fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel.
- Énergie nucléaire : fission et fusion (principes, avantages et risques).
- Énergies renouvelables : solaire, éolien, hydraulique, biomasse, géothermie.
- Ressources énergétiques : disponibilité, limites, enjeux géopolitiques.

Chapitre 3 : Conversion et stockage de l'énergie

- Principes de base de la thermodynamique appliquée.
- Production d'électricité (centrales thermiques, nucléaires, renouvelables).
- Cogénération et trigénération.
- Stockage de l'énergie : batteries, hydrogène, volants d'inertie, STEP.

Chapitre 4 : Impacts environnementaux de l'énergie

- Pollution atmosphérique (SO_2, NOx, particules, CO_2).
- Effet de serre et changement climatique.
- Gestion des déchets énergétiques (cendres, déchets radioactifs, CO_2).
- Cycle de vie des systèmes énergétiques.

Chapitre 5 : Efficacité énergétique et optimisation

- Rendement des procédés énergétiques.

- Analyse exergétique.
- Techniques d'amélioration de l'efficacité dans les procédés (isolation, récupération de chaleur, échangeurs).
- Audit énergétique industriel.

Chapitre 6 : Politiques énergétiques et transition

- Politiques énergétiques nationales et internationales.
- Marchés de l'énergie et prix du carbone.
- Stratégies de transition énergétique.
- Normes ISO (14001, 50001).

Chapitre 7 : Études de cas et applications industrielles

- Énergie et procédés pétrochimiques.
- Production d'hydrogène et économie de l'hydrogène.
- Valorisation énergétique de la biomasse et des déchets.
- Études comparatives (fossiles vs renouvelables).

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Bibliographie

Références bibliographiques:

1- *De Jouvenel, B., 1970, « Le thème de l'environnement, Analyse et prévision », 10, pp. 517533.*
2- *Faucheux S., Noël J-F, « Economie des ressources naturelles et de l'environnement », Armand Collin, Paris.*
3- *Reed D. (Ed.), 1999, « Ajustement structurel, environnement et développement durable », l'Harmattan, Paris, 1995.*
4- *Vivien F-.D, « Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'épreuve du temps », Ed. scientifiques et médicales Elsevier ASA, pp. 19-60, 2001.*
5- B. Equer, J. Percebois, « Énergie solaire photovoltaïque, 1 : Physique et technologie de la conversion photovoltaïque », Ellipses, 1993.
6- P. Gipe, "Wind power : Renewable energy for home, farm, and business", Chelsea green publishing co, 2004.
7- A. Filloux, « Intégrer les énergies renouvelables », 2014.
8- J. Vernier, « Les énergies renouvelables », 2014.

Programmes détaillés des matières du 4ème semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Chimie des solutions**		2	4	IST 4.1
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectif de l'enseignement:
Il s'agit de donner à l'étudiant les notions de base relatives à la chimie des solutions.
C'est un enseignement qui a essentiellement pour but de familiariser l'étudiant avec les raisonnements de la chimie en solution afin de pouvoir par la suite prévoir les réactions chimiques dans un but analytique. Il s'agit surtout de :
- Comprendre la notion d'électrolyte et de conductivité d'une solution,
- Savoir calculer le pH d'une solution aqueuse,
- Comprendre la notion d'oxydant et de réducteur et prévoir les réactions d'oxydoréduction.

Connaissances préalables recommandées : Notions de base de chimie générale.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Les solutions **3 semaines**

Définitions : Les concentrations : molarité, normalité, molalité, titre, fraction molaire et massique, activité etc…

. Conductimétrie : mobilité des ions, électrolytes (forts, faibles), conductivité (spécifiques et molaires), cellule conductimétrique, loi de Kohlrausch, dosage conductimétrique

Chapitre 2 : Acides-Bases **3 semaines**

-Equilibres acido-basiques en solution aqueuse : échelle d'acidité, constante d'acidité (Ka, pKa), loi de dilution (Oswald), calcul de pH (solutions simples, mélanges, salines, solutions tampons, solutions ampholytes), prévisions de réaction, dosages acido-basiques (polyacides et polybases).
- Les indicateurs colorés

Chapitre 3 : Oxydo-réduction **3 semaines**

Définition, Oxydant, réducteur, Réactions Redox, Etat et nombre d'oxydation, Equilibrage des réactions rédox, Piles électrochimiques, Aspect thermodynamique, Les électrodes

Chapitre 4 : Solubilité **3 semaines**

Définition, Représentation graphique, Effet d'ions commun, Influence du pH sur la solubilité (cas des hydroxydes), Influence du potentiel sur la solubilité, Influence de la complexation sur la solubilité

Chapitre 5 : Les complexes **3 semaines**

Définition, Nomenclature des complexes, Formation des complexes, Stabilité des complexes, Effet du pH sur les complexes, Effet du potentiel sur les complexes, Quelques domaines d'application des complexes

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

Références:
1- John Hill , Ralph Petrucci, Terry McCreary , Scott Perry, Chimie des Solutions, 2ème Ed, , Edition ERPI ; 2014.
2- John C. Kotz, Chimie des Solutions, Edition de Boeck 2006.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Electronique fondamentale**		2	4	IST 4.2
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Expliquer le calcul, l'analyse et l'interprétation des circuits électroniques. Connaitre les propriétés, les modèles électriques et les caractéristiques des composants électroniques : diodes, transistors bipolaires et amplificateurs opérationnels.

Connaissances préalables recommandées

Notions de physique des matériaux et d'électricité fondamentale.

Contenu de la matière :

Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.

Chapitre 1. Régime continu et Théorèmes fondamentaux 3 semaines

Définitions (dipôle, branche, nœud, maille), générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tension-courant (R, L, C), diviseur de tension, diviseur de courant. Théorèmes fondamentaux : superposition, Thévenin, Norton, Millmann, Kennelly, Equivalence entre Thévenin et Norton, Théorème du transfert maximal de puissance.

Chapitre 2. Quadripôles passifs 3 semaines

Représentation d'un réseau passif par un quadripôle. Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation. Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, …), Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

Chapitre 3. Diodes 3 semaines

Rappels élémentaires sur la physique des semi-conducteurs : Définition d'un semi-conducteur, Si cristallin, Notions de dopage, Semi-conducteurs N et P, Jonction PN, Constitution et fonctionnement d'une diode, polarisations directe et inverse, Caractéristique courant-tension, régime statique et variable, Schéma équivalent..Les applications des diodes : Redressement simple et double alternance. Stabilisation de la tension par la diode Zener. Ecrêtage, Autres types de diodes : Varicap, DEL, Photodiode.

Chapitre 4. Transistors bipolaires 3 semaines

Transistors bipolaires : Effet transistor, modes de fonctionnement (blocage, saturation, …), Réseau de caractéristiques statiques, Polarisations, Droite de charge, Point de repos, … Etude destrois montages fondamentaux : EC, BC, CC, Schéma équivalent, Gain en tension, Gain en décibels, Bande passante, Gain en courant, Impédances d'entrée et de sortie. Etude d'amplificateurs à plusieurs étages BF en régime statique et en régime dynamique, condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage. Autres utilisations du transistor : Montage Darlington, transistor en commutation, …

Chapitre 5- Les amplificateurs opérationnels : 3 semaines

Principe, Schéma équivalent, Ampli-op idéal, Contre-réaction, Caractéristiques de l'ampli-op, Montages de base de l'amplificateur opérationnel : Inverseur, Non inverseur, Sommateur, Soustracteur, Comparateur, Suiveur, Dérivateur, Intégrateur, Logarithmique, Exponentiel, …

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

1. A. Malvino, Principe d'Electronique, 6ème Edition Dunod, 2002.
2. T. Floyd, Electronique Composants et Systèmes d'Application, 5ème Edition, Dunod, 2000.
3. F. Milsant, Cours d'électronique (et problèmes), Tomes 1 à 5, Eyrolles.
4. M. Kaufman, Electronique : Les composants, Tome 1, McGraw-Hill, 1982.
5. P. Horowitz, Traité de l'électronique Analogique et Numérique, Tomes 1 et 2, Publitronic-Elektor, 1996.
6. M. Ouhrouche, Circuits électriques, Presses internationale Polytechnique, 2009.
7. Neffati, Electricité générale, Dunod, 2004
8. D. Dixneuf, Principes des circuits électriques, Dunod, 2007
9. Y. Hamada, Circuits électroniques, OPU, 1993.
10. I. Jelinski, Toute l'Electronique en Exercices, Vuibert, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Mécanique des fluides**		3	5	IST 4.3
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectif de l'enseignement:

Introduire l'étudiant dans le domaine de la mécanique des fluides, la statique des fluides sera détaillée dans la première partie. Ensuite dans la deuxième partie l'étude du mouvement des fluides non visqueux sera considérée

Connaissances préalables recommandées: mathématiques, calcul intégral,

Chapitre 1: Généralités sur la Mécanique des fluides. (02 semaines)

I.1 Qu'est-ce que la Mécanique des fluides ; I.2 Description du mouvement.; I.3 Lignes de courant et trajectoires.; I.4 Configurations d'écoulement : profils de vitesse.; I.5 Rappels d'analyse vectorielle et éléments de calcul indiciel.

Chapitre 2: Propriétés physiques des fluides. (02 semaines)

II.1 Masse volumique; II.2 Compressibilité isotherme; II.3 Tension superficielle; II.4 Viscosité; II.5 Problème mathématique de la Mécanique des fluides; II.6 Dérivée particulaire; II.7 Conditions aux limites; II.8 Dimensions, équations aux dimensions et unités.

Chapitre 3: Hydrostatique. (03 semaines)

III.1 Loi fondamentale de l'hydrostatique; III.2 Pression hydrostatique dans un fluide incompressible.

III.3Fluide compressible : gaz parfait, III.4 Résultante des forces de pression hydrostatique.; III.5 Force exerces sur une paroi par un fluide.; III.6 Poussée d'Archimède.

Chapitre 4: Conservation de la masse. (02 semaines)

IV.1 Théorème de Leibniz; IV.2 Equation de Continuité; IV.3 Conservation du débit.

Chapitre 5: Fluide parfait. (05 semaines)

V.1 Rappels de Mécanique ; V.2 Théorème de la quantité de mouvement.V.3 Equations d'Euler.; V.4 Théorème de Bernoulli., V.5. Exemples d'application du Théorème de Bernoulli: Sonde de Pitot; Tuyère de Venturi; Vidange instationnaire d'une cuve; V.6 Echappement d'air d'un réservoir sous pression : limite de compressibilité.

Travaux pratiques

- **TP N° 1.** Viscosimètre
- **TP N° 2.** Détermination des pertes de charges linéaires et singulières
- **TP N° 3.** Mesure de débits
- **TP N° 4.** Coup de bélier et oscillations de masse
- **TP N° 5.** Vérification du théorème de Bernoulli
- **TP N° 6.** Impact du jet
- **TP N° 7.** Ecoulement à travers un orifice
- **TP N° 8.** Visualisation des écoulements autour d'un obstacle
- **TP N° 9.** Détermination du nombre de Reynolds: Ecoulement laminaire et turbulent

Mode d'évaluation: Contrôlecontinu:40% ; Examenfinal:60%

Référencesbibliographiques:

R.Comolet,'Mécanique des fluides expérimentale', Tomes 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie. R.Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed.Dunod,1978
B.R.Munson,D.F.Young,T.H.Okiishi,'Fundamentals of fluid mechanics', Wiley & sons .R.V.Gilles,'Mécaniquedesfluidesethydraulique:Cours et problèmes',SérieSchaum,McGrawHill,1975.
C.T.Crow,D.F.Elger,J.A.Roberson,'Engineering fluid mechanics', Wiley & sons
R.W.Fox,A.T.McDonald,'Introduction to fluid mechanics', fluid mechanics'
V.L.Streeter,B.E.Wylie,'Fluid mechanics', McGrawHill
F.M.White,''Fluid mechanics', McGrawHill
S. Amiroudine, J. L. Battaglia, 'Mécanique des fluides Cours et exercices corrigés', Ed.Dunod
-N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, *Ed. Lavoisier, 1993*.
- M. Fourar, Equations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, similitude, *Ed. Ellipses, 2ème Edition 2015*.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Chimie organique**		3	5	IST 4.4
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

-Introduire les notions de base de la chimie organique et présenter les principaux dérivés fonctionnels en vue de comprendre les procédés de la chimie industrielle.

Description des mécanismes d'obtention de différentes fonctions et les principales réactions rencontrées en chimie organique.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances de base sur le carbone, des notions sur la liaison chimique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Généralités **3 semaines**

Etude de l'atome de carbone et de ces liaisons

Fonctions et nomenclature des composés organiques : Nomenclature ordinaire, triviale, usuelle et systématique de l'IUPAC

Chapitre2: Classification des fonctions organiques **2 semaines**

1. Hydrocarbures aliphatiques saturés

- Chaînes **linéaires**
- Chaînes **ramifiées**

2. Alcènes

- Préparation
- Réactivité

3. Composés aromatiques

- Préparation
- Réactivité

4. Alcools et thiols

5. Aldéhydes

- Préparation
- Réactivité

6. Cétones

7. Acides carboxyliques

- Préparation
- Réactivité

Chapitre 3 : Notions de stéréo-isomérie 4 semaines

1. Définitions générales

2. Isomérie plane

- Définition
- Isomérie de fonction
- Isomérie de position
- Tautomérie

3. Isomérie géométrique

4. Stéréochimie

- Définition

- Représentation des molécules dans l'espace
- Isomérie de configuration

Chapitre 4 : Effets électroniques **3semaines**

1. Définitions et rappels de base

- Les liaisons chimiques :
  - Covalente pure
  - Covalente polarisée
  - Ionique

2. Effet inductif

- Définition
- Classification des effets inductifs
- Influence de l'effet inductif sur :
  - l'acidité d'un composé chimique
  - la basicité d'un composé chimique

3. Effet mésomère

- Définition
- Systèmes conjugués et délocalisation des électrons
- Classification des effets mésomères
- Influence de l'effet mésomère sur :
  - l'acidité d'un composé chimique
  - la basicité d'un composé organique

Chapitre5 : Les grandes réactions en chimie organique **3semaines**

* Réactifs et intermédiaires réactionnels ;
* Classification des réactions: Addition; Substitution; Elimination; Réarrangement ;
* Règles élémentaires : Markovnikov, Zeitsev ;

Moded'évaluation:

Contrôlecontinu:40%; Examenfinal:60%.

Travaux pratiques

TPN°1. Estérification (Synthèse de l'aspirine).

TPN°2. Purification par récristalisation de l'acide Benzoique.

TPN°3. Extraction d'un produit organique.

TPN°4.Détermination de la composition d'un mélange par réfractométrie.

TPN°5. Sublimation du Naphtalène.

TPN°6. Etude des propriétés du phénol ou une substance organique.

TPN°7. Préparation d'un savon.

TPN°8. Transformation d'un alcool en dérivé halogéné (synthèse du 2-chloro-2-méthylpropane à partir 2-méthylpropan-2-ol).

TP n°09 : Purification par distillation a pression atmosphérique et entrainement à la vapeur

TP n°10 : Purification par distillation fractionnée sur colonne

Références:

1-PaulArnaud, Chimie organique, DUNOD;2004.
2 Jean pierre Mercier ,Pierre Gaudard Chimie organique: une initiation; Presses polytechniques Romandes 2001.
3- Melania Kiel Chimie organique cours et exercices corrigés; estem ; 2004.
4- Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren,André Pousse,Chimie organique; deBoeck2eédition;2013.
5- JohnMcMurry,EricSimanek,Chimie organique les grands principes ; DUNOD 2e édition;2007.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Chimie minérale**		2	4	IST 4.5
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement:

Donner les notions de base de la chimie minérale
Apprentissagedequelquesméthodestellesquelacristallochimieetlasynthèse.

Connaissances préalables recommandées

Notions élémentaires de chimie générale

Contenu de la matière

Chapitre 1: Rappels de quelques définitions importantes: 1 semaine

Mole, Masse molaire, volume molaire, Fraction molaire, fraction massique, fraction volumique ; Masse volumique, densité ; Relation entre fraction massique et fraction molaire ; Bilan de matière : Notion de réactif et réactif en excès, Notion de pourcentage d'excès, Notion de pourcentage de conversion

Chapitre2: Cristallochimie 3 semaines

Description polyédrique des structures, connectivité.

Chapitre3:Périodicité et étude approfondie des propriétés des éléments: 3 semaines

Halogènes, Chalcogènes, azote et phosphore, bore.

Chapitre4:Les grandes métallurgies 4 semaines

(Fe,Ti,Cu,Mg)

Chapitre5 : Les grandes synthèses minérales 4 semaines

(H_2SO_4,H_3PO_4,NH_3,HNO_3)

Mode d'évaluation : Contrôle continu:40%;Examen final:60%

Références bibliographiques :

Ouahès, R, Devallez, B. Chimie Générale. Exercices et Problèmes enseignement supérieur 1er cycle. Edition Publisud.
Winnacker Karl 1903. Technologie minérale. Edition Eyrolles 1962, cop 1958. Traité de chimie appliquée : Chimie inorganique, Chimie industrielle, Industries chimiques, Génie Chimique.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Mesure et métrologie**		2	2	IST 4.6
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30		1h30		

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les différentes techniques expérimentales et de mesure particulièrement celles utilisées en énergétique. Apprendre à choisir les bons instruments et les bons capteurs pour monter ses propres expériences. Être capable d'apprécier les erreurs.

Connaissances préalables recommandées :

électricité, MDF , appareil de mesures, …

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Généralités sur la métrologie **2 Semaines**

1.1 Définition des différents types de métrologie (Scientifique dite de laboratoire, légale, industrielle);
1.2 Vocabulaire métrologique, définition;
1.3 Les institutions nationale et internationale de métrologie.

Chapitre 2 : Le système international de mesure SI **3 Semaines**

2.1 Les grandeurs de base et leurs unités de mesure ;
2.2 Les grandeurs supplémentaires;
2.3 Les grandeurs dérivées.

Chapitre 3 : Caractéristiques métrologiques des appareils de mesure **6 Semaines**

3.1 Erreur et incertitude (Justesse, précision, fidélité, répétitivité, reproductibilité d'un appareil de mesure
3.2 Classification des erreurs de mesure
3.2.1 Valeur brute;
3.2.2 Erreur systématique;
3.2.3 Valeur brute corrigée.
3.3 Erreurs fortuites
3.3.1 Erreurs aléatoires;
3.3.2 erreurs parasites;
3.3.3 Erreurs systématique estimées.
3.4 Intervalle de confiance**;**
3.5 Incertitude technique;
3.6 Incertitude de mesure totale;
3.7 Résultat de mesurage complet;
3.8 Identification et interprétation des spécifications d'un dessin de définition en vue du contrôle;
3.9 Notions de base sur les calibres les jauges et les instruments de mesure simples.

Chapitre 4 : Mesure et contrôle **4 Semaines**

4.1 Mesure directe des longueurs et des angles (utilisation de la règle, du pied à coulisse, du micromètre et du rapporteur d'angle);

4.2 Mesure des températures, des Débits, des Vitesses, des pressions
4.3 Mesure indirecte (utilisation du comparateur, des cales étalons);

4.4 Contrôle des dimensions (utilisation des tampons, des mâchoires,..);
4.5 Machines de mesure et de contrôle utilisées en atelier mécanique (utilisation du comparateur pneumatique, projecteur de profils et rugosimètre.

Travaux pratiques.

Suivant les moyens de l'établissement et la disponibilité du matériel

Mode d'évaluation :

EX=60% CC=40%

Références bibliographiques:

1- Manuel de technologie mécanique, Guillaume SABATIER, et al Ed. Dunod.
2- Memotech : productique matériaux et usinage BARLIER C. Ed. Casteilla
3- Sciences industrielles MILLET N. ed. Casteilla
4- Memotech : Technologies industrielles BAUR D. et al , Ed. Casteilla
5- Métrologie dimensionnelle CHEVALIER A. Ed. Delagrave
6- Perçage , fraisage JOLYS R et LABELL R. Ed. Delagrave
7- Guide des fabrications mécaniques PADELLA P. Ed. Dunod
8- Technologie : première partie, Bensaada S et FELIACHI d. Ed. OPU Alger
9- تكنولوجيا عمليات التصنيع خرير ز و فواز د. ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

10- R.J. Goldstein, "Fluid Mechanics Measurements", 1983.
11- J.O. Hinze, "Turbulence", Mc Graw-Hill Book Cie, Inc, 1975.
12- E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, « Hydrodynamique physique », CNRS Ed. 2001.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**Analyse numérique 2**		2	2	IST 4.7
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré-requis :

- Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Objectifs :

Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
- Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
- Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
- Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
- Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Interpolation et approximation polynomiale

1.1. Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme de Lagrange, Calcul du polynôme de Lagrange, estimation de l'erreur d'approximation.

1.2. Interpolation de Newton : table des différences Divisées, Polynôme de Newton, estimation de l'erreur d'approximation.

1.3. Interpolation de Hermite : existence et unicité du polynôme d'interpolation de Hermite, estimation de l'erreur d'approximation.

1.4. Approximation au sens des moindres carrés : méthode classique des moindres carrés, polynômes orthogonaux, Polynômes trigonométriques, transformée de Fourier rapide.

1.5. Fonctions splines.

Chap. 2 Dérivation et intégration numérique

2.1. Dérivation numérique : dérivée première, formules à deux points, formules à trois points, dérivées d'ordre supérieur, estimation de l'erreur de dérivation.

2.2. Intégration numérique : méthodes de quadrature élémentaires, formules de Newton-Cotes, formules de Gauss, estimation de l'erreur d'intégration.

Chap. 3 Equations différentielles du premier ordre

3.1. Méthode d'Euler-Cauchy : estimation de l'erreur de discrétisation, influence des erreurs d'arrondis, méthode d'Euler implicite.
3.2. Méthodes de Runge-Kutta : méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.
3.3. Systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre.
3.4. Problèmes aux conditions aux limites : méthode des différences finies, exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet, Neumann et mixtes.

Travaux Pratiques :

- Interpolation et approximation polynômiale
- Dérivation et intégration numérique
- Equations différentielles du premier ordre

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

Références bibliographiques :

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, applied numerical methods using matlab, John Wiley end sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] JacquesRappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S4	Conception Assistée par Ordinateur	1	2	IST 4.8

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
22h30	-	-	1h30

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir les principes de représentation des pièces en dessin industriel. Plus encore, cette matière permettra à l'étudiant à représenter et à lire les plans.

Connaissances préalables recommandées

Dessin Technique, DAO

Contenu de la matière :

Chapitre 0 : Rappels sur le dessin technique (3 semaines)

1- Vues en coupe
2- Développements et intersections
3- Dessin assemblé
4- Tracés géométriques et raccordements
5- Coupes

Chapitre 1 : PRESENTATION DU LOGICIEL CHOISIS (2 semaines)
(SolidWorks, Autocad, Catia, Inventor, etc.)

1. Introduction et historique du DAO
2. Configuration du logiciel choisis
3. Éléments de référence du logiciel (aides du logiciel, tutoriels, etc.)
4. Sauvegarde des fichiers (fichier de pièce, fichier d'assemblage, fichier de mise en plan, procédure de sauvegarde pour une remise à l'enseignant)
5. Communication et interdépendance entre les fichiers.

Chapitre 2 : NOTION D'ESQUISSES (3 semaines)

1. Les outils d'esquisses (point, segment de droite, arc, cercle, ellipse, polygone, etc.) ;
2. Relations d'esquisses (horizontale, verticale, égale, parallèle, collinaire, fixe, etc.) ;
3. Cotation des esquisses et contraintes géométrique.
4. Modélisation 3d (1ère partie)

Chapitre 3. MODELISATION 3D (3 semaines)

1. Notions de plans (plan de face, plan de droite et plan de dessus)
2. Fonctions de bases (extrusion, enlèvement de matière, révolution)
3. Fonctions d'affichage (zoom, vues multiples, fenêtres multiples etc.)

3.5 Les outils de modifications (Effacer, Décaler, Copier, Miroir, Ajuster, Prolonger, Déplacer)

3.6 Réalisation d'une vue en coupe du modèle.

Chapitre 4 : MISE EN PLAN DU MODEL 3D (2 semaines)

1. Édition du plan et du cartouche
2. Choix des vues et mise en plan
3. Habillages et Propriétés objets (Les hachures, la cotation, le texte, les tableaux, etc...

Chapitre5 : ASSEMLAGES (2 semaines)

1. Contraintes d'assemblage (parallèle, coïncidence, coaxiale, fixe, etc.):
2. Réalisation de dessins d'assemblage
3. Mise en plan d'assemblage et nomenclature des pièces
    1. Vue éclatée.

Mode d'évaluation :

CC= 100%

Références bibliographiques :

1- Solidworks bible 2013 Matt Lombard, Edition Wiley.
2- Dessin technique, Saint-Laurent, GIESECKE, Frederick E. Éditions du renouveau pédagogique Inc., 1982.
3- Exercices de dessins de pièces et d'assemblages mécaniques avec le logiciel SolidWorks, Jean Louis Berthéol, François Mendes.
4- La CAO accessible à tous avec SolidWorks : de la création à la réalisation tome1 Pascal Rétif.
5- Guide du dessinateur industriel, Chevalier A, Edition Hachette Technique.

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h00	1h30	Atelier 1h30	

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S4	**Techniques d'information et de communication**	2	2	IST 4.9

Pré requis : connaissances préalables
Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objectif de développer chez les étudiants les compétences transversales nécessaires à la communication des savoirs scientifiques. Il vise à maîtriser la recherche documentaire et l'usage des outils numériques (TIC) pour collecter et organiser l'information, à rédiger des documents scientifiques clairs et bien structurés (introduction, méthodologie, résultats, discussion selon le schéma IMRaD), à réaliser des présentations orales convaincantes et adaptées à l'auditoire, et à respecter les règles d'éthique et d'intégrité (notamment l'intégrité intellectuelle lors de la citation des sources). Le cours insiste sur la clarté et la concision du style scientifique – la rédaction doit être « précise, claire, concise » – ainsi que sur la déontologie des communications (éviter le plagiat, citer correctement les sources, etc.).

Prérequis :

Les étudiants doivent disposer d'un niveau bac scientifique ou équivalent, avec une bonne maîtrise du français écrit et oral. Des connaissances de base en informatique sont recommandées (traitement de texte, navigation Internet, messagerie).

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Introduction à la communication scientifique 1 semaines

Présentation du cours, enjeux de la communication scientifique (écrite et orale), exemples de supports (articles, rapports, exposés). Sensibilisation à l'importance de l'intégrité et de l'éthique dans le travail universitaire.

Chapitre 2 : Recherche documentaire et TIC 1 semaines

Initiation à la recherche d'information en ligne : moteurs de recherche, bases de données universitaires (Google Scholar, Persee, bibliothèques numériques). Utilisation des opérateurs booléens (ET, OU, SAUF) pour affiner les recherches. Présentation des compétences numériques de base (traitement de texte, tableurs, logiciels de présentation).

Chapitre 3 : Référencement et bibliographie 1 semaines

Principes de la citation et normes bibliographiques (formats APA, IEEE, autres). Règles anti-plagiat : comment citer et paraphraser correctement. Importance de noter scrupuleusement tous les éléments bibliographiques. Introduction à un logiciel de gestion de références (Zotero, Mendeley).

Chapitre 4 : Structure d'un document scientifique 1 semaines

Présentation de la structure standard d'un article ou rapport (schéma IMRaD) : rôle de chaque partie (introduction, méthodologie, résultats, discussion, conclusion). Importance d'un titre clair et informatif. Discussion sur la logique générale du document (problématique, hypothèses).

Chapitre 5 : Rédaction du document scientifique 3 semaines

Rédaction de l'introduction et du résumé (abstract) :

Comment rédiger une introduction efficace : présentation du contexte, formulation de la question de recherche et des objectifs. Écrire un résumé (abstract) informatif : structure (contexte, objectif, méthodes, résultats, conclusion) et mots clés. Techniques pour accrocher le lecteur dès le départ.

Rédaction de la méthodologie et des résultats :

Conseils de rédaction pour la section méthodologie (description précise des procédures, matériel, conditions) et résultats (présentation claire des données, utilisation de tableaux/figures). Distinction entre faits (résultats) et interprétation (discussion). Règles de clarté : phrases simples, voix active/précision des verbes.

Discussion, conclusion et style :

Rédiger la discussion (mettre les résultats en perspective, comparer à d'autres travaux) et formuler une conclusion concise. Règles de style en rédaction scientifique : clarté, concision et précision du langage, gestion de la cohérence et de la cohésion (connecteurs logiques). Erreurs fréquentes à éviter.

Chapitre 6 : Introduction à l'exposé oral et Techniques de prise de parole 2 semaines

Méthodologie de la présentation orale : préparer un plan (introduction, développement, conclusion), définir son objectif et connaître son auditoire. Importance d'une introduction engageante (accroche), d'une conclusion récapitulative.

Techniques de prise de parole :

Techniques corporelles et vocales pour capter l'attention : posture, gestuelle, regard, variations de ton et de rythme. Gestion du stress et du trac. Bonnes pratiques : ne pas lire ses notes mot à mot, n'emporter que des mots-clés pour éviter de « dormir » l'auditoire. Usage de supports (papier, diapos).

Chapitre 7 : Supports visuels et TIC pour l'exposé 1 semaines

Utilisation des outils informatiques (PowerPoint, Beamer…) pour créer des diapositives. Principes de base : diapositives lisibles et épurées (KISS), usage de schémas/images pertinents, police et couleurs adaptées. Ne pas surcharger les slides. Démonstration de logiciels de capture d'écran ou de montage pour la recherche de contenu scientifique (Zotero, bases de données, Google Drive).

Chapitre 8 : Expression écrite professionnelle 1 semaines

Techniques de communication écrite hors article : rédaction d'emails académiques (objets clairs, formules de politesse), compte-rendus de réunion, synthèses de projet. Notions de style formel (objectivité, impersonalité). Orthographe et grammaire – revue des erreurs fréquentes (accords, conjugaison, confusions de mots).

Chapitre 9 : Communication interpersonnelle et écoute **1 semaines**

Dynamiques de communication en groupe : écoute active, argumentation, reformulation. Rôle de l'oral dans le travail en équipe. Techniques pour présenter et défendre ses idées dans un débat ou un petit groupe.

Chapitre 10 : Éthique et intégrité académique **1 semaines**

Principes d'éthique universitaire : intégrité, honnêteté intellectuelle, respect des résultats et des personnes. Exemples de manquements (plagiat, fabrication de données, usurpation d'auteurs). Présentation des chartes et réglementations universitaires nationales (obligations et sanctions). Insister sur l'importance de l'« intégrité intellectuelle » dans la recherche.

Chapitre 11 : Normes et usages scientifiques **1 semaines**

Récapitulation des normes internationales de publication (revue à comité de lecture, factor d'impact, peer-review). Formats standards (APA, etc.) vus plus tôt. Règles de présentation des examens et rapports (marges, police, pagination). Introduction à la rédaction d'un mini-projet ou rapport de stage.

Ateliers :

Atelier : Exercice de prise de notes lors d'une courte vidéo ou d'un texte scientifique ; mise en commun des techniques efficaces de prise de notes (écoute active, mots-clés, organisation).

ATL 2 : Atelier de recherche bibliographique : trouver 5 références pertinentes sur un thème donné, les télécharger ou en extraire les résumés; évaluation critique de la fiabilité des sources (évaluateur, date, contenu).

ATL 3 : Exercice de citation : repérer et formater les références dans un texte donné. Création d'une bibliographie selon un style donné.

ATL 4 : Rédaction d'un plan détaillé (IMRaD) pour un sujet de recherche donné (par exemple, un problème scientifique simple), en identifiant les idées-clés de chaque section.

ATL 5 :

- Rédaction d'un résumé de 150-200 mots à partir d'un article scientifique ou d'un court exposé fourni. Exercices de reformulation d'arguments pour l'introduction.
- Exercice de rédaction : décrire brièvement une méthode ou expérience simple sur la base d'un protocole donné. Création de tableaux ou graphiques à partir de données simulées.
- Atelier de révision : à partir d'un paragraphe scientifique volontairement confus, retravailler la formulation pour la rendre plus claire et concise. Correction de phrases longues ou alambiquées.

ATL : 6

- Exercice de préparation d'exposé : chaque étudiant prépare en quelques minutes un mini plan oral sur un sujet simple, puis le présente brièvement. Feedback sur l'argumentation et la structure.
- Courtes présentations orales individuelles sur un thème familier, avec enregistrement vidéo optionnel. Auto-évaluation et retours du groupe sur la voix et la gestuelle.

ATL 7 : Réalisation d'un court diaporama (3–5 diapositives) sur un sujet scientifique simple. Échanges sur l'efficacité visuelle.

ATL 8 : Rédaction d'un e-mail professionnel à un professeur ou à un encadrant (demande d'information, dépôt de projet). Correction collaborative d'un texte pour éliminer les fautes courantes.

ATL 9 : Jeu de rôle : débat structuré sur un sujet scientifique (avec prise de tour de parole), ou feedback pair-à-pair sur un mini-exposé.

ATL 10 : Mise en forme sous Word ou LaTeX d'un document type (page de garde, sommaire, chapitres, bibliographie).

Mode d'évaluatin : examen 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

1. D. Lindsay & P. Poindron (2011), Guide de rédaction scientifique : L'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique, Éditions Quae, Versailles.
2. J.E. Harmon & A.G. Gross (2010), The Craft of Scientific Communication, University of Chicago Press.
3. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Algérie), Charte d'éthique et de déontologie universitaires, 2010 (voir notamment l'accent sur l'intégrité académique), https://www.mesrs.dz/index.php/fr/ethique-et-deontologie/charte-ethique-et-deontologie/.
4. Baril. D (2008), Techniques de l'expression écrite et orale, Sirey .
5. Jean-Denis Commeignes (2013), 12 méthodes de communications écrites et orale – 4éme édition, Michelle Fayet et Dunod.
6. Cardon, D. (2019). *Culture numérique,* Paris, Presses de Sciences Po
7. Frédéric Wauters (2023). Rédiger efficacement à l'ère du digital Techniques de communication écrite, 2e édition - ISBN 978-2-8073-3772-5.
8. Chartier, M. (2013). Le guide du référencement web. First.
9. Duarte, N. (2019). *DataStory: Explain Data and Inspire Action Through Story* Story Paperback. Ideapress Publishing. ISBN-10 : 1940858984
10. Levan, S. K. (2000). *Le projet Workflow* Concepts et outils au service des organisations. Eyrolles.
11. Anderson, C. (2016). *TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking* (1st edition). Houghton Mifflin Harcourt.
12. Reynolds, G. (2009). *Présentation Zen : Pour des présentations plus simples, claires et percutantes* . Pearson.
13. Thierry , L. (2014). Introduction à la communication - 2ème. Dunod.
14. Serres, A. (2021). *Dans le labyrinthe : Évaluer l'information sur internet*. C&F Éditions.

Programmes détaillés des matières du 5ème semestre

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Transfert de matière		2	4	GPC5.1
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement:

Comprendre les mécanismes et le formalisme permettant de décrire le transfert de matière ; Savoir écrire un bilan matière nécessaire au calcul des équipements.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Cinétique chimique ; Equations différentielles.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Mécanisme de transfert de la matière (3 semaines)

Introduction ; Définition de la diffusion moléculaire ; Nomenclature : concentrations massique et molaire, totale et individuelle, densité de flux de diffusion et de transport (convection + diffusion) ; Définition des vitesses moyennes massique et molaire ; Loi de Fick et loi de Stefan Maxwell (systèmes gazeux multicomposants);

Coefficients de diffusion (phase gazeuse, phase liquide, ordre de grandeur des coefficients de diffusion dans les différents milieux (gaz, liquides, solides) ; Coefficients de diffusion dans les solides poreux ; Notion de coefficients de diffusion effectifs.

-Chapitre 2 : Diffusion unidimensionnelle stationnaire et quasi-stationnaire(3 semaines)

Bilan matière-Equation de continuité (globale et partielle) ; Rappels sur les opérateurs gradients et divergence d'un vecteur ; Bilans de la masse totale et pour un constituant i sur un élément de volume fixe ; Conditions aux limites et condition initiale ; Exemples de problèmes de diffusion à une seule variable (cas d'un gaz à travers un film gazeux stagnant, problème d'évaporation, diffusion équimolaire, applications pour différentes géométries (plan, cylindre, sphère));; Transfert diffusif avec réaction chimique homogène et hétérogène.

Chapitre 3 : Transfert diffusif transitoire : (5 semaines)

Transfert diffusif transitoire : 2ème loi de Fick; Problèmes à source instantanée (quantité de matière diffusante limitée); Problèmes à source continue (condition aux limites fixe (Apprendre à poser un problème avec son équation de adaptée et ses conditions initiales et aux limites).

-Chapitre 4 : Transfert de matière à une interface (entre phases) (4 semaines)

Rappels des équilibres entre deux phases; Théorie des 2 films, de pénétration, de renouvellement de surface ; Coefficients de transfert de matière individuels et global; Notion d'analyse dimensionnelle : Théorème de π- Buchingham ; Nombres sans dimensions relatifs au transfert de matière (Sherwood, Reynolds, Schmidt) ; Estimations des coefficients de transfert de matière (corrélations adimensionnelles)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Bird, Stewart, Lightfoot, "Transport phenomena », Second Edition, J Wiley, 2002.
2. Treybal,« Mass transfer operations », Mc Graw-Hill.
3. Incorpera, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer » , 6th edition Ed. Wiley (2010)
4. Welty, Wicks, Wilson, Rorer, "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer" 5th edition, Ed; Wiley (2007)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Chimie Cinétique et catalyse homogène		2	4	**GPC5.2**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de la matière : l'étudiant devra être capable de définir la vitesse de toute réaction chimique et d'assimiler les paramètres de la cinétique (ordre, constante de vitesse, énergie d'activation)

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques (dérivée, intégrale), savoir exprimer la concentration d'une solution, maitriser les systèmes d'unité, savoir tracer et exploiter les graphiques.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Généralités et définitions

a- Evolution dans le temps des réactions chimiques

b- Définition de la vitesse de réaction (moyenne, instantanée, généralisation)

c- Avancement de la réaction, la conversion

Chap.2 Lois simples des vitesses de réactions chimiques

a- Facteurs de la cinétique

b- Influence de la concentration Ordre de réaction

1- Notion d'ordre

2- Constante de vitesse

3- Molécularité

4- Réaction élémentaire et mécanisme réactionnel

c- Influence de la température-Energie d'activation

1- Loi d'Arrhenius

2- Signification de l'énergie d'activation

Chap.3 Cinétique formelle des réactions irréversibles

a- Réactions d'ordre n=1 ; n= 2 ; n

b- Dégénérescence de l'ordre

c- Méthodes de recherche de l'ordre (quelques méthodes essentielles)

Chap.4 Etude expérimentale des vitesses de réaction

Il s'agit de décrire les différentes techniques de mesure de la vitesse, c'est-à-dire comment suivre la variation de la concentration en fonction du temps. On montre qu'il y'a la méthode chimique (analyse ex situ : **prélèvement-trempe chimique-dosage**) et la méthode physique (analyse in situ : **sans prélèvement** ; donc on mesure une grandeur physique : absorbance, volume, conductivité, etc… reliée à la concentration)

Chap. 5 Cinétique formelle des réactions composées

1-Réactions opposées réversible

2-Réaction parelles

3-Réaction successives

Référence:

1-ClaudeMoreau,Jean-PaulPayen,Cinétiquechimique,EditionBelin1999

2-MichelDestriau,GérardDorthe,RogerBen-Aïm,Cinétiqueetdynamiquechimique

EditionTechnip1981.
3-P.Morlaes,Cinétique chimique:Structure de la matière1978
4-B.Frémaux,Eléments de cinétique et de catalyse,EditeurTecet1998
5. M. Robson Wright, An Introduction to Chemical Kinetics, Editions John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2004
6. P. William Atkins, Eléments de Chimie Physique, Editions DeBoek Université, Bruxelles, 1997
7. E. James House, Principles of Chemical Kinetics, 2ème édition, Editions Elsevier Inc., London, 2007
8. A. Azzouz, Cinétique Chimique, Editions Berti, Tipaza, 1991
9. A. Derdour, Cours de Cinétique Chimique, Editions OPU, Alger, 1988
10. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut et O. Zahraa, Cinétique et Catalyse, Editions Technique & Documentation, Paris, 1996
11. Thermodynamique chimique, M. A. OTiuran et M. Robert., Presses Universitaires de Grenoble, 1997, 245 pages.
12. Chimie générale, R Ouahès, B Devallez, PUBLISUD 4 ème Ed, 1997, 504 pages.
13. Chimie générale, S. S. ZUMDAHL., De Boeck Université 2ème Ed, 1999, 514 pages.
14. Eléments de chimie physique, P.W. ATKINS., De Boeck Université 2ème Ed, 1996, 512pages.
15.. Chimie générale, Élisabeth Bardez, Dunod Paris, 2009, 258 pages.
16. Les cours de Paul Arnaud, Exercices résolus de chimie physique.,Dunod Paris 3 ème Ed, 2008, 386 pages.
17. La chimie générale au PCEM, tome 1, C. Bellec, G. Lhommet., Vuibert, 1996, 307 pages.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	**Transfert de Chaleur**		3	5	GPC5.3
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement:
-Etude des différents modes de transfert : conduction, convection et rayonnement.
-Applications des lois régissant ces différents types de transfert.

Connaissances préalables recommandées:
Thermodynamique, Equations différentielles.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 :

Introduction générale aux différents modes de transfert de chaleur,**(1 semaines)**

Chapitre 2 :

(6semaines)

Transfert de chaleur par conduction : Loi de Fourier Cas : mur simple, murs composites, couche cylindrique, couches cylindriques composites (analogie électrique, résistance globale) ; Calorifugeage des couches cylindriques (épaisseur critique d'isolant) ; Calorifugeage des couches sphériques. équation générale de la conduction, problèmes des ailettes,

Chapitre 3 :

(5semaines)

Transfert de chaleur par convection : Définitions ; Expression du flux de chaleur (loi de Newton) ; coefficient de transfert de chaleur par convection, , analyse dimensionnelle, corrélations empiriques (convection naturelle et forcée), Calcul du flux de chaleur en convection naturelle ; Calcul du flux de chaleur en convection forcée.

Chapitre 4 :

(3semaines)

Transfert de chaleur par rayonnement : Lois du rayonnement ;Loi de Lambert ;Loi de Kirchhoff ; Rayonnement des corps noirs ; Rayonnement des corps non noirs ; Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces (échange de chaleur par rayonnement entre surfaces noires et grises).

Mode d'évaluation :
Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. J. Krabol, « Transfert de chaleur », Masson, 1990.
2. Martin Becker, "Heat transfer: a modern approach". Plenum, 1986.
3. J.F. Sacadura, « Initiation au transfert thermique », TEC-DOC, 1980.
4. Pierre Wuithier, « Le pétrole, raffinage et génie chimique ».
5. Y. Jannot, cours de transfert thermique, 2ème édition, école des mines Nancy.
6. Incorpera, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer » , 6th edition Ed. Wiley (2010)

THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE		2	4	**GPC5.4**
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement :
Connaissances préalables recommandées : Equations différentielles, Thermodynamique chimique de base.
Contenu de la matière :
Rappels
1- Systèmes thermodynamiques et transformations
2- Les différents principes de la thermodynamique (zéro, 1er, 2nd et 3ème)
3- Fonctions d'état et grandeurs thermodynamiques
4- Potentiel chimique

Chapitre 1 : Thermodynamique des substances pures
1- Gaz réels
2- Ecarts aux gaz parfait et à l'état standard
3- Forces intermoléculaires et équation d'état : équation de Van Der Waals
4- Exemples d'autres équations des gaz réels
5- Fugacité (Calcul, Variation en fonction de T et P,…)
6- Loi des états correspondants
7- Equilibres des phases d'une substance pure
- Equilibre stable et instable
- Règle et transition des phases
- Equation de Clausius-Clapeyron
- Diagramme généralisé et tablettes d'état

Chapitre 3 : Thermodynamique des mélanges
1- Comportement d'un constituant dans un mélange (Idéal et réel)
2- Variables de composition des mélanges (grandeurs molaires partielles, Activités et coefficients d'activité,…)

Chapitre 4 : Equilibre liquide – vapeur
- Pression de vapeur des solutions à température constante
Etude des solutions binaires idéales
Etudes de solutions quelconques à constituants :Miscibles et Non miscibles
- Diagramme liquide – vapeur à pression constante à partir des activités (courbe de Mac Cche et Thiel)
- Application : Distillation fractionnée, entraînement à la vapeur
- Extension au système ternaire
Chapitre 5 : Equilibre liquide – liquide et liquide – solide
- Mélanges binaire liquide – liquide : description du phénomène et allure des activités.
Détermination des activités par mesure de solubilité à partir des exemples d'expressions des grandeurs d'excès (développement de Margules, Vanlaar, ….)
- Application **:**
Extraction liquide – liquide
Mélange binaire liquide – solide
Diagrammes des activités

Diagrammes des solubilités
- Cas des mélanges ternaires

References

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, second ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,
Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
Elliot,J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)
Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

S5	Base de la Chimie Organique industrielle		2	4	**GPC5.5**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement

-Introduire les notions de base de la chimie organique et présenter les principaux dérivés fonctionnels en vue de comprendre les procédés de la chimie industrielle.

- Description des mécanismes d'obtention de différentes fonctions et les principales réactions rencontrées en chimie organique.

Connaissances préalables **:** Connaissances de base sur le carbone, des notions sur la liaison chimique ;

Contenu de la matière :

Chapitre 0 : Introduction à la chimie organique Valences et hybridations du carbone

Chapitre I : NOMENCLATURE DES COMPOSES ORGANIQUES :Définition de la nomenclature : Nomenclature ordinaire, triviale, usuelle et systématique de l'IUPAC

Chapitre II : CLASSIFICATION DES FONCTIONS ORGANIQUES

II-1- Les hydrocarbures aliphatiques saturés (linéaires, ramifiés)

II-2- Les alcènes (préparation, réactivité)

II- 3- Les composés aromatiques (préparation, réactivité)

II-4- Les alcools, les thiols, lés aldéhydes (préparation, réactivité)

II-5- Cétones, acides carboxyliques (préparation, réactivité)

Chapitre III : ISOMERIE PLANE

I- Définition

II- Isomérie plane : définition

III- Isomérie de fonction

IV- Isomérie de position

V- Tautomérie

Chapitre IV : STERIOCHIMIE

I-Isomérie stérique : définition

II- Représentation des molécules dans l'espace

- Projective de Cram
- Projective de Newmann
- Projective de Fischer

III- Isomérie de conformation

- Diagramme énergie potentielle en fonction d'angles de rotation
- Exemple de cyclohexane

IV- Isomérie de configuration

- Isomérie optique (carbone asymétrique, chiralité, inverses optiques, énantiomères et activité optique)
- Configuration absolue
- Diastéréoisomères (forme méso)
- Isomérie géométrique et cyclanique

Chapitre V : EFFETS ELECTRONIQUES

I- Définition

II. Liaison chimiques : covalente pure, covalente polarisée et ionique.

III- Effet inductif : définition,
- Classification des effets inductifs.
- Influence de l'effet inductif sur l'acidité d'un composé chimique
- Influence de l'effet inductif sur la basicité d'un composé chimique
IV- Effet mésomère : définition, systèmes conjugués et délocalisation des électrons.
- Classification des effets mésomères
- Influence de l'effet mésomère sur l'acidité d'un composé chimique
- influence de l'effet mésomère sur la basicité d'un composé organique

Chapitre VI : LES GRANDES REACTIONS EN CHIMIE ORGANIQUE
Classification des réactions : Addition ; Substitution ; Elimination ; Réarrangement

Référence:

1-Paul Arnaud, Chimie organique, DUNOD;2004.
2-Jean pierre Mercier ,Pierre Gaudard
Chimieorganique:uneinitiation;PressespolytechniquesRomandes2001.
3-MelaniaKielChimieorganiquecoursetexercicescorrigés;;estem;2004.
4-JonathanClayden,NickGreeves,StuartWarren,AndrésPousse,Chimieorganique;
deBoeck2eédition;2013.
5-John McMurry, Eric Simanek,Chimie organique les grands principes;DUNOD2eédition;
2007.

TP : selon les moyens de l'établissement

Semestre : *5*
Unité d'enseignement : UEM 3.1
Matière 3 : Bilans macroscopiques
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Les différentes opérations du Génie des Procédés nécessitent l'écriture de bilans de matière et d'énergie pour maitriser le fonctionnement etle dimensionnement des équipements. Les objectifs de cette matière sont de fournir tous les concepts fondamentaux pour effectuer les bilans de matière et d'énergie d'un procédé afin de modéliser les processus.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie physique, phénomènes de transfert, bases en maths et informatique.

Contenu de la matière:

- Concepts fondamentaux – analyse boîte noire
- Procédés avec ou sans réaction chimique
- Détermination des degrés de liberté
- Schéma avec recyclage
- Schéma avec recyclage et purge
- Exemples d'illustration (Réacteur continu ; Colonne de séparation ; Echangeur de chaleur ; Tour de réfrigération ; Chaudière, …, etc.)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. P. C. Wankat, « Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis », Third edition, Prentice Hall publisher, 2011.
2. R. K. Sinnott, Coulson & Richardson'sChemical Engineering, Vol 6, Fourth edition, Elsevier publisher, 2005.
3. D. Ronze, » Introduction au génie des procédés », Editions Tec & Doc Lavoisier, 2008.
4. Joseph Lieto, « Le génie chimique à l'usage des chimistes », Tec & Doc (Editions), 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Appareils de mesure et Instrumentation		2	2	**GPC5.7**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	45h00		

Contenu de la matière

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA METROLOGIE
NOTIONS DE BASE
Quelques définitions
Le système d'unités internationales (SI) et ses symboles
Les multiples et les sous-multiples des unités
Liens entre les unités SI et les unités anglo-saxonnes
CLASSIFICATION DES CAPTEURS
Les capteurs actifs
Les capteurs passifs
Les grandeurs d'influence
LA CHAINE DE MESURE
CHAPITRE 2 : LES CARACTERISTIQUES METROLOGIQUES
LES ERREURS DE MESURE
Les erreurs illégitimes (Illegitimate errors)
Les erreurs systématiques (Systematic errors)
Les erreurs accidentelles ou aléatoires (Random errors)
TRAITEMENT STATISTIQUE DES MESURES
Caractérisation statistique d'une distribution
Mesures de la dispersion d'une distribution
ERREURS TOTALES D'UN SYSTEME DE MESURE
Erreur d'un produit
Erreur d'un quotient
Erreur d'une somme
Erreur d'une différence
REGRESSION LINEAIRE
FIDELITE, JUSTESSE ET PRECISION
CHAPITRE 3 : PERFORMANCES DES SYSTEMES DE MESURE
LE SYSTEME DE MESURE IDEAL
LES CARACTERISTIQUES STATIQUES D'UN CAPTEUR
Gamme de mesure – Etendue de mesure
La courbe d'étalonnage ou l'étalonnage statique (Static calibration)
La précision (Accuracy)
Le décalage du zéro (Bias, Zero-drift)
La linéarité
La sensibilité (sensitivity)
Le décalage de la sensibilité (sensitivity drift)
La résolution
La répétabilité (Precision)
La reproductibilité
LES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES D'UN CAPTEUR
Le système d'ordre zéro

Le système du premier ordre
Le système du deuxième ordre

DEUXIEME PARTIE :LES CAPTEURS DE TEMPERATURE

CHAPITRE 4 : LES THERMOMETRES A DILATATION

INTRODUCTION
LE THERMOMETRE A DILATATION DE LIQUIDE
Description
Loi de variation
Liquides thermométriques
Nature de l'enveloppe
Colonne émergente
LE THERMOMETRE A DILATATION DE GAZ
Principe
Description
LE THERMOMETRE A TENSION DE VAPEUR
Principe
Liquides de remplissage et domaines d'utilisation
LE THERMOMETRE A DILATATION DE SOLIDE
Principe
Le bilame (bi-metallic-strip thermometer)

CHAPITRE 5 : LES THERMOMETRES ELECTRIQUES

INTRODUCTION
LES THERMOMETRES A RESISTANCE
Principe
Critères de choix du métal
LES THERMISTANCES
Principe
Relation résistance-température

CHAPITRE 6 : LES THERMOCOUPLES

PRINCIPE
LES EFFETS THERMOELECTRIQUES
L'effet Peltier
L'effet Thomson
L'effet Seebeck
PRINCIPES PRATIQUES D' UTILISATION DES THERMOCOUPLES
SENSIBILITE THERMIQUE D' UN THERMOCOUPLE

Références bibliographiques :

G. ASCH et coll. (1998). LES CAPTEURS EN INSTRUMENTATION INDUSTRIELLE. (DUNOD, Collection EEA, Paris), 864 pages, 5ème édition. ISBN : 2100047582
Chiheb BOUDEN, Textbook for Instrumentation Lectures, ENIT, 1996
L. BERGOUGNOUX, Conditionnement Electronique des Capteurs, Polytechnique Marseille.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Travaux Pratique génie Chimique 1(phénomènes de transfert, cinétique et thermodynamique		2	2	**GPC5.8**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	-	-	3h00		

Objectifs de l'enseignement:
Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux ; Valider et présenter correctement les résultats obtenus ; Formuler et communiquer des conclusions.

Connaissances préalables recommandées:
Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.
en Génie chimique.

Contenu de la matière:

Selon les moyens de chaque etablissement

TP. de transfert de chaleur et de matière
TP de cinetique
TP de thermodynamique

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Anglais Technique en relation avec la Specialité		1	1	**GPC5.9**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigée**	**Travaux Pratiques**		
22h30	-	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:
Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

Connaissances préalables recommandées:
Vocabulaire et grammaire de base en anglais

Contenu de la matière:
- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

Recommandation :Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

Mode d'évaluation: Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. *P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007*
2. *A. Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992*
3. *R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.*
4. *J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980*

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UET
Matière 1 : Responsabilité environnementale 1 : environnement et développement durable
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement a pour objectif de sensibiliser les étudiants aux enjeux, contenus et actions du développement durable. Il s‟agit de leur faire prendre conscience qu'il est possible d'agir pour la préservation de l'environnement, à travers leur formation, ainsi qu'à leur échelle, sur leur consommation, leurs activités quotidiennes et leur société. Lors de sa formation universitaire, quelle qu'elle soit sa spécialité et son ambition pour ses futures orientations professionnelles, l'étudiant aura l'occasion d'apprendre et d'expérimenter sa connaissance sur le développement durable. Le Développement durable est actuellement une des réponses qui émerge dans le monde entier, pour faire face à la conjonction actuelle des grands enjeux écologiques, économiques et sociétaux du monde.

Chapitre 1 : Définitions : définition de l'environnement (définition générale, définition juridique) ; bref historique ; l'homme et l'environnement ; composantes d'un environnement ; notions de développement durable (définition du DD, bref historique, principes fondamentaux du DD, objectifs du DD, enjeux environnementaux du DD, législation sur le DD en Algérie).

Chapitre 2 : Signification du développement

2.1. Les principales dimensions de la crise environnementale : la démographie humaine, Le réchauffement climatique, Les énergies fossiles (non renouvelables), L'épuisement des ressources naturelles, L'eau potable, La biodiversité et l'agriculture

2.2. Objectifs du développement durable (les 17 objectifs de l'ONU)

2.3. Le Concept du Développement Durable

2.4. Les domaines du développement durable

2.5. Les principes de DD et leurs origines : précaution, prévention, responsabilité, solidarité, équité, pollueur-payeur

2.6. Quelques indicateurs du développement durable: empreinte écologique et bio capacité, impact sur l'environnement, indice de performance environnementale, indice de développement humain, PIB : produit intérieur brut (économique) et Taux de scolarisation garçons/filles (sociétal), accessibilité aux soins (sociétal).

2.7. Education environnementale, Sensibilisation et animation nature, communication environnement,

Programmes détaillés des matières du 6ème semestre

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	**Opérations unitaires absorption et extraction**		3	5	GPC 6.1
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Connaître les principales opérations unitaires et comprendre les schémas des procédés des différentes industries du génie des procédés (chimiques, électrochimiques, agroalimentaires, pharmaceutiques, …, etc.) ; Ecrire et contrôler les bilans matières de ces processus.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Généralités sur les opérations unitaires **(1 semaine)**

Absorption ; Extraction ; Adsorption ; Distillation, etc…

Chapitre 2 : Absorption, désorption, stripping : (4semaines)

Equilibre liquide-gaz ; Absorption isotherme, Bilans de matière; Concept d'étage théorique ; Méthode de Mac Cabe et Thièle, notions de contacteurs (colonnes garnies et à plateaux), hydrodynamique des écoulements

Chapitre 3 : Extraction Liquide – Liquide : (4semaines)

Introduction ; définition (solvant, soluté, diluant), Diagramme d'équilibre ; Extraction à un seul étage; extractions multiétages : Méthode graphique de Mac Cabe et Thièle, nombre de plateaux théoriques

Chapitre 4 : Extraction solide-liquide, lavage et lixiviation Lixiviation) **(4semaines)**

Equilibre solide-liquide ; Diagramme de Janeck : Détermination du nombre d'étages théoriques, cas de l'extraction à contre-courant et à courants croisés.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Robert E. Treybal,«Mass transfer operations», MC Graw Hill.
2. MC Cabe et Smith,« Chemical engineering operations», MC Graw Hill.
3. COULSON J.M., J.F RICHARDSON, J.R BACKHURST and J.H. HARKER, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Génie de la réaction 1		3	5	GPC 6.2
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en évidence l'influence du choix des réacteurs chimiques et de leurs conditions de fonctionnement sur les produits de réaction obtenus.Dimensionnement des réacteurs idéaux.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, bases de mathématiques ; phénomènes de transfert.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : (1 semaine)

Stœchiométrie : Notion de taux de conversion ; Notion d'avancement ;Cas d'une réaction unique ; Cas de plusieurs réactions.

Chapitre 2 : Classification des réacteurs chimiques (1 semaine)

Classification des réacteurs chimiques : Réacteur discontinu parfaitement agité (R.D.P.A) ;Réacteur continu stationnaire parfaitement agité (R.C.P.A) ; Réacteur continu tubulaire stationnaire à écoulement piston (R.C.P).

Chapitre 3 : Bilans matière dans les réacteurs idéaux (2 semaines)

Réaction unique : Réacteur fermé parfaitement agité ; Réacteur parfaitement agité continu en régime permanent ; Réacteur piston en régime permanent.

Chapitre 4 : Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à une réaction:(4semaines)

1-R.D.P.A ; R.C.P.A ; R.C.P ; 2- Association de réacteurs chimiques : Association de réacteurs continus stationnaires en écoulement piston (série / parallèle) ; Association de réacteurs continus stationnaires parfaitement agités (série/ parallèle) ; 3- Performances comparées des réacteurs idéaux.

Chapitre 5: Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à plusieurs réactions (4 semaines)Réactions irréversibles consécutives ; Réactions compétitives. Sélectivité et rendement ;

Chapitre 6 : Réacteurs idéaux non isothermes (3 semaines)

Notions de Bilans thermiques dans les réacteurs idéaux non isothermes.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. O. Levespiel,«Chemical reaction engineering », Wiley,1972.
2. G.Antonini,Benaim,« Génie des réacteurs et des réactions ». Nancy 1991.
3. Trambouze,« Les réacteurs chimiques, Conception ».
4. J. Villermaux,« Génie de la réaction chimique, Conception et fonctionnement des réacteurs », Edition Technique et Documentation. 1982.
5. Froment GF Chemical reactor analysis and design 2nd edition (1990) J. Wiley
6. Schweich D. Génie de la réaction chimique. Tec&Doc Lavoisier, (2001) Paris

Semestre :6
Unité d'enseignement : UEF
Matière: Chimie minérale industrielle
VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TP : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Connaître les principaux procédés industriels d'élaboration en chimie minérale, notamment la fabrication des ciments, du verre et céramiques, de l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, synthèse de l'ammoniac et les grandes métallurgies. Ce module permettra aux étudiants de calculer des bilans de matière et d'énergie, de dresser des schémas de procédés.

Contenu de la matière

Introduction (1 semaine)

Les matières premières : Quelques matières premières - Critères de base de choix des matières premières : Aspect économique, technique, disponibilité, hygiène et sécurité, coûts de reviens.

Chapitre I : CIMENTS (2 semaines)

- Introduction - La chaux et sa fabrication - Plâtre de gypse - Ciment - Types de ciment - Composition chimique - Fabrication du ciment Portland - Composition chimique du ciment Portland - Prise et durcissement du ciment Portland - Chaleur d'Hydratation du Ciment - Ciment Spécial.

Chapitre II : VERRE ET CÉRAMIQUE (2semaines)

- Introduction - Fabrication du Verre - Variétés de Verres. 2.2 Plasticité de l'Argile - Pâte blanche - Emaillage - Applications - Faïences et Grès - Fibres Optiques.

Chapitre III : FABRICATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE SULFURIQUE (3semaines)

- Production de l'anhydride sulfureux - Conversion du SO_2 en SO_3 (thermodynamique, cinétique et calculs des convertisseurs) - Absorption du SO_3 - Fabrication et aspects environnemental - flow-sheets.

Chapitre IV : FABRICATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE (3semaines)

Voie sèche - Voie humide - Matériaux de construction - Phosphates.

Chapitre V : PRODUCTION DE L'AMMONIAC (3semaines)

- Préparation de gaz de synthèse - Equilibre - Cinétique - Catalyseurs - Technologie des réacteurs - Schémas d'unités.

Chapitre VI : Les grandes métallurgies (Fe, Al, Cu, Ti, Mg,…) **(1semaine)**

Mode d'évaluation: Contrôle continu:40%; Examen final:60%

Références bibliographiques

- H. FAUDUET : Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique : aspects théoriques et pratiques (Lavoisier, Paris, 1997)
- B. LEFRANCOIS : Chimie industrielle, tome 1. Cours et problèmes résolus (Lavoisier, Paris, 1995)
- B. LEFRANCOIS : Chimie industrielle, tome 2. Problèmes résolus (Lavoisier, Paris, 1996)
- R. PERRIN et J.P. SCHARFF : Chimie industrielle, 2e édition (Masson, Paris, 1999)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	**Electrochimie**		3	5	GPC 6.4
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs de l'enseignement:
Acquérir les notions de base de l'électrochimie, de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques nécessaires à la compréhension des phénomènes électrochimiques.

Connaissances préalables recommandées:
Chimie des solutions. Thermodynamique chimique etnotions de cinétique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : (1 semaine)
Rappels sur les solutions électrolytiques : Conductivité, mobilité des ions, loi de dilution d'Oswald, relation de Kohlrausch).

Chapitre 2 : (3semaines)
Propriétés et grandeurs physiques des électrolytes : Théorie de Debye-Huckel : applications aux calculs des coefficients d'activité ; Solvatation et hydratation des ions ; Lois de Faraday (Ecarts et rendements).

Chapitre 3 : (5semaines)
Thermodynamique des réactions électrochimiques : Définition et rappels préliminaires ; Notions de potentiel chimique ; Tension d'électrode et potentiel d'équilibre ; Notions de double couche électrochimique et modèle de Stern ; Relation de Nernst et ses applications ; Prévisions des réactions RedOx ; Différents types d'électrodes ; Piles électrochimiques et notions de tension de jonction (loi d'Henderson).

Chapitre 4 : (4semaines)
Cinétique des réactions électrochimiques : Définitions ; Vitesse d'une réaction électrochimique ; Montages électrochimiques, Loi de Butler-Vollmer ; Approximation de Tafel.

Chapitre 5 : (2semaines)
Méthodes et techniques électrochimiques : Voltampérométrie ; Chronopotentiométrie, ...

Mode d'évaluation :
Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Genévrière ML Dumas, Roger Benaîm, l'indispensable en électrochimie, Breal, 2001.
2. G. Milazo, « Electrochimie », Dunod,1969.
3. Brenet, « Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre », Masson,1980.
4. Allen J. Bard, « Electrochimie : principes, méthodes et applications », Masson, 1983.

Fabien Miomandre, SaïdSadki, PierreAudebert, « Electrochimie des concepts aux applications », Dunod, 2005.F.Cœuret, A. Stock,« Eléments de génie électrochimique », Lavoisier Tech. &.Doc, 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Thermodynamique des équilibres		2	4	GPC 6.5
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement:
Maîtriser l'application des trois principes de la thermodynamique ; Distinguer les différents états d'un gaz ; Prévoir le sens de l'évolution d'une réaction chimique.

Connaissances préalables recommandées:
Thermodynamique chimique ; Equations différentielles.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Thermodynamiques des solutions(2 semaines)
I.1 Comportement d'un constituant dans un mélange ; I.2 Grandeurs molaires partielles ; I.3 Grandeurs d'excès et activité ; I.4 Modèles des solutions liquides non électrolytiques ; I.5 Mélanges gazeux réels et propriétés pseudo-critiques

Chapitre 2 : Equilibre liquide-vapeur (5 semaines)
II.1 Equilibre d'un mélange binaire idéale ; II.2 Equilibre de solutions quelconques à constituant miscible et non miscible ; II.3 Diagramme liquide-vapeur à pression et température constante ; II.4 Application à la distillation fractionnée et à entrainement de vapeur ; II.5 Extension au système ternaire

Chapitre 3 : Thermodynamique des Equilibres liquide-liquide et liquide-solide(5 semaines)
III.1 Mélange binaire liquide-liquide ; III.2 Application à l'extraction liquide-liquide ; III.3 Mélange liquide-solide ; III.4 Diagramme des activités et solubilités ; III.5 Application aux mélanges ternaires ; III.6 Surfaces et Interfaces

Chapitre 4 : Thermodynamique des équilibres chimiques(3 semaines)
IV.1 Equilibre d'un système en réaction chimique ; IV.2 Réactions chimiques homogènes et hétérogènes ; IV.3 Equilibres de phase associé à une réaction chimique

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Smith, E.B, Basic, Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
2. Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
3. Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
4. Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: Thermodynamics, John Wiley and sons
5. Brodyanski V., Sorin M., Le Goff P. The efficiency of industrial processes, exergy analysis and optimization, Amsterdam, Elsevier, (1994).
6. Wuithier, P, le pétrole, raffinage et génie chimique, édition technip 1972
7. Abbott M; Théorie et applications de la thermodynamique, série schum, Paris 1978
8. Kireev, V. Cours de chimie physique, Edition Mir, Moscou 1975.

Semestre :6
Unité d'enseignement : UEM
Matière 1: Statistiques et notions de plans d'expériences
VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30 TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Permettre aux étudiants de pratiquer de façon autonome et avec assurance la méthodologie des plans d'expériences.

Connaissances préalables recommandées

Statistiques, programmation informatique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Définitions de base (1 semaine)

Notions de population, d'échantillon, variables, modalités
Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

Chapitre 2: Séries statistiques à une variable (3 semaines)

Effectif, Fréquence, Pourcentage.
Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.
Caractéristiques de position, de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.
Caractéristiques de forme.

Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables (3 semaines)

Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.
Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.
Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.
Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.
Ajustement fonctionnel.

Chapitre 4 : Analyse des plans d'expériences (3 semaines)

Définitions sur les modèles linéaires à effets fixes de Gauss-Markov.
Analyse dans le cas où la matrice du plan est de plein rang colonne.
Estimation et propriétés des paramètres, par la méthode des moindres carrées : équations normales, intervalles des confiances.
Analyse de la variance et tests d'hypothèse.
Notion des paramètres de nuisance, et méthode d'élimination de ces paramètres par orthogonalisation.
Analyse dans le cas où la matrice du plan (n) est pas de plein rang colonne.
Contraintes (d'identifiabilité du modèle) sur les paramètres.
Estimabilité d'une fonction linéaire des paramètres.

Chapitre 5 : Quelques dispositifs expérimentaux de base - cas où les facteurs sont qualitatifs. (3 semaines)

Plan à un facteur : Analyse simple de la variance.
Plans à deux facteurs : Analyse double de la variance.
Plans factoriels complets à plusieurs facteurs : exemples.
Notions sur l'optimalité des plans d'expériences.

Chapitre 6 : Méthodologie de l'exploration de la surface de réponses : facteurs quantitatifs (à une réponse). (3 semaines)

Introduction et terminologie.
Analyse : Recherche d'un modèle adéquat (estimation des paramètres d'un modèle polynomial, analyse de la variance, tests d'hypothèses pour confirmer ou non l'adéquation du modèle).
Détermination des conditions optimales : détermination des niveaux des facteurs qu'on estime produire une réponse optimale (maximale, minimale ou proche d'une cible fixée par l'expérimentateur).
Méthode de la recherche du chemin optimal.
Quelques dispositifs optimaux utilisés dans le cas où les facteurs sont quantitatifs.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
2. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991
3. GOUPY J., Pratiquer les plans d'expériences, Dunod, 2005.
4. MONTGOMERY D., Design and analysis of experiments, Wiley, 2004.
5. CORNELL J, Experiments with mixtures, Wiley, 2002.

Semestre :6
Unité d'enseignement : UEM 1.5
Matière2: Méthodes physico-chimiques d'analyse I
VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TP : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :
Connaître les principes et les intérêts des principales méthodes physiques d'analyse ainsi que leurs applications dans le domaine de l'ingénierie des procédés chimiques.

Connaissances préalables recommandées :
Notions élémentaires sur la dualité onde-corpuscule ; Liaisons chimiques ; Transitions électroniques ; notions de la chimie analytique et la chimie des solutions.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Méthodes Chromatographiques (3semaines)
- Généralités sur les méthodes chromatographiques ; Principe général de la séparation chromatographique
- Différents types de chromatographie : phase gazeuse, HPLC
- Grandeur de rétention et polarité chromatographique
- Introduction au colonne capillaire
- Comparaison entre phase gazeuse et phase liquide

Chapitre II : Spectroscopie moléculaire UV – Visible (3 semaines)
- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Interprétation d'un spectre d'absorption UV-Visible.
- Spectres électroniques et absorption des composés moléculaires

Chapitre III : Spectroscopie Infrarouge (IR) (3 semaines)
- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et origine de l'absorption dans le moyen IR
- Bandes caractéristiques des composés organiques
- Interprétation d'un spectre d'absorption IR

Chapitre IV : Spectroscopie de masse (3 semaines)
- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et interpretation

Chapitre V : Spectroscopie de résonnance magnétique nucléaire (RMN) (3 semaines)
- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et interprétation d'un spectre RMN

Travaux pratiques (Applications) :
- Identifications et quantifications par HPLC et CPG
- Vérification de la loi de Beer-Lambert
- Interprétation d'un spectre d'absorption IR : Identification des fonctions organiques par IR.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Francis Rouessac , Annick Rouessac , Daniel Cruché,«Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales », 7ème Edition Dunod, 2009.
2. Gwenola Burgot, Jean-Louis Burgot,« Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques », 3ème Edition, Tech & Doc, 2011.
3. R.Rosset,« Chromatographie en phase liquide », Masson, 1995, M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.
4. instrumentales », 7ème Edition Dunod, 2009.
5. Gwenola Burgot, Jean-Louis Burgot,« Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques », 3ème Edition, Tech & Doc, 2011.
6. R.Rosset,« Chromatographie en phase liquide », Masson, 1995
7. M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Stage pratique 1 en entreprise		1	1	GPC 6.8
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
Volume horaire horaire hors quota **Tutorat : 1h30 hebdomadaire**					

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	**Entrepreneuriat et Lean Start-Up**		1	1	GPC 6.9
VHH	**Cours**	Travaux dirigés	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours situe l'étudiant dans son futur rôle d'acteur économique et l'introduit aux fondements de la démarche entrepreneuriale moderne. Il présente le concept d'université de quatrième génération (University 4.0) et le rôle de l'université dans la valorisation de la recherche scientifique et la création de startups. L'étudiant découvre ensuite l'écosystème national de soutien à l'innovation en Algérie : incubateurs, accélérateurs, fonds d'investissement et cadre réglementaire applicable aux startups et aux micro-entreprises. La seconde partie du cours pose les bases de la méthodologie Lean Startup, à travers la compréhension du marché et des besoins réels du client (Customer Discovery) et la construction d'un modèle d'affaires (Business Model Canvas). À l'issue du cours, l'étudiant sait analyser un écosystème entrepreneurial, formuler des hypothèses entrepreneuriales et concevoir un modèle d'affaires préliminaire, compétences qu'il approfondira dans le module Lean Start-Up 2.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune connaissance technique préalable n'est requise. Une aisance avec le travail en équipe et les outils numériques de base (traitement de texte, présentation, recherche documentaire) facilite le suivi du cours.

Contenu de la matière:

I. L'université entrepreneuriale et l'université 4.0 (3 semaines)

- Évolution des générations d'université, de l'université 1.0 à l'université 4.0
- Caractéristiques de l'université 4.0
- Intelligence artificielle et transformation numérique dans l'enseignement supérieur
- Rôle de l'université dans l'économie de la connaissance
- Valorisation des résultats de la recherche scientifique
- Transformation de la recherche scientifique en startups
- Exemples d'universités entrepreneuriales à l'international (MIT, Stanford, Cambridge, Tsinghua, NUS, TUM, PSL/Polytechnique)

II. L'écosystème entrepreneurial et l'innovation en Algérie et à l'université (3 semaines)

- Concept d'écosystème entrepreneurial
- Acteurs de l'écosystème : incubateurs, accélérateurs, investisseurs, institutions publiques
- Politique algérienne de soutien à l'innovation
- Décision ministérielle n° 1275 relative aux statuts de startup, d'entreprise innovante et de détenteur de brevet
- Incubateurs universitaires et centres de soutien technologique et à l'innovation
- Rôle de l'intelligence artificielle dans l'écosystème entrepreneurial
- Articulation entre l'université et son environnement économique

III. Introduction aux startups et à la méthodologie Lean Startup (3 semaines)

- Différence entre entreprise traditionnelle et startup

- Notion d'innovation et d'incertitude dans le projet entrepreneurial
- Origines et principes de la démarche Lean Startup (Eric Ries)
- Apprentissage validé (Validated Learning) et réduction du gaspillage
- Le cycle Construire – Mesurer – Apprendre (Build – Measure – Learn)
- La comptabilité de l'innovation (Innovation Accounting)

IV. Compréhension du marché et du client : Customer Discovery (3 semaines)

- Les étapes de création d'une startup : idée, équipe, prototype, investissement
- Méthodologie de Steve Blank et Customer Development
- Identification du problème et analyse des besoins du client
- Conduite d'entretiens entrepreneuriaux
- Construction et test des hypothèses
- Adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)

V. Le modèle d'affaires : Business Model Canvas (3 semaines)

- Présentation du Business Model Canvas
- La proposition de valeur
- Les segments de clientèle et les canaux de distribution
- Les sources de revenus
- La structure des coûts

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques

1. Ries, E. (2011). The Lean Startup.
2. Blank, S., Dorf, B. (2012). The Startup Owner's Manual.
3. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation.
4. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A. (2014). Value Proposition Design.
5. Blank, S. (2013). Why the Lean Start-Up Changes Everything. Harvard Business Review.
6. Y Combinator (2018). Startup Playbook.
7. OECD (2022). Entrepreneurship and Innovation Policy Frameworks.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions fondamentales introduites dans le cours et nécessaires à la compréhension du module Lean Start-Up 2.

Terme	Définition
University 4.0	Université qui relie étroitement l'enseignement, la recherche et l'innovation numérique.
Startup	Entreprise opérant dans un contexte d'incertitude, à la recherche d'un modèle d'affaires reproductible.
Uncertainty (incertitude)	État d'incertitude propre aux marchés émergents, dans lequel évolue toute startup.
Lean Startup	Méthodologie de création d'entreprises fondée sur l'apprentissage rapide et l'expérimentation.

Terme	Définition
Lean Thinking	Approche visant à réduire le gaspillage et à maximiser la valeur créée.
Build – Measure – Learn	Cycle de base de la démarche Lean Startup : construire, mesurer, apprendre.
Validated Learning (apprentissage validé)	Apprentissage fondé sur des expérimentations réelles plutôt que sur des suppositions.
Innovation Accounting (comptabilité de l'innovation)	Mesure du progrès par l'apprentissage plutôt que par le profit immédiat.
Entrepreneurial Hypothesis (hypothèse entrepreneuriale)	Hypothèse testable sur laquelle repose le projet.
Customer Discovery	Démarche de compréhension approfondie des problèmes réels rencontrés par les clients.
Customer Development	Méthodologie de Steve Blank pour la construction progressive de la clientèle.
Customer Validation	Vérification, sur le marché réel, de la viabilité de la solution proposée.
Problem-Solution Fit	Adéquation entre le problème identifié et la solution envisagée.
Business Model Canvas	Représentation visuelle synthétique du modèle d'affaires d'un projet.
Lean Canvas	Variante simplifiée du Business Model Canvas, centrée sur le problème et la solution.
Value Proposition (proposition de valeur)	Valeur concrète que le produit ou le service apporte au client.
Idea Validation (validation de l'idée)	Vérification préalable de la pertinence d'une idée avant son développement.
Hypothesis Testing (test d'hypothèses)	Vérification méthodique des hypothèses formulées par l'équipe.
Design Thinking	Démarche de résolution de problèmes centrée sur les besoins de l'utilisateur.
Waste (gaspillage)	Toute activité qui consomme des ressources sans créer de valeur pour le client.

Programmes détaillés des matières du 7ème semestre

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Opération unitaire II (Distillation-Rectification, melange et agitation)		2	4	**GPC 7.1**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Connaître les principales opérations de distillation et de rectification, les techniques de melange et d'agitation.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Généralités **(2 semaines)**

1. Généralités sur les opérations unitaires : Absorption ; Extraction ; Adsorption ; Distillation, etc…
2. Description d'une installation de distillation purification
3. Processus continus et discontinus

Chapitre 2 : Equilibre liquide vapeur **(2 semaines)**

1. Liquides complètement miscibles-mélanges idéaux, mélanges non idéaux
2. Loi de Raoult Henry
3. Courbes d'équilibres (T-x,y , H-x,y)
4. Mélanges partiellement miscibles
5. Mélanges renfermant plus de deux constituants

Chapitre 3 : Distillation simple **(3 semaines)**

1. Distillation simple en alambic
2. Distillation simple continue
3. Distillation flash
4. Distillation moléculaire
5. Distillation à la vapeur

Chapitre 4 : Rectification des mélanges binaires **(3 semaines)**

1. Notions gles
2. Méthodes de Mc Cabe et Thiele
3. Méthodes de calcul du nombre de plateaux théoriques
4. Méthodes de PNCHON et SAVARIT
5. Problèmes économiques
6. Alimentations soutirages multiples
7. Rectification discontinue
8. Colonne à garnissages
9. Méthodes de ChiltonColburn
10. Dimensionnement d'une colonne de rectification

Chapitre 5 : Distillation et rectification **(3 semaines)**

1. Distillation extractive et azeotropique
2. Mélanges complexes
3. Méthodes de Gilliland(à la base de distillation du petrole)

Chapitre 6: melange et agitation **(2 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

4. Robert E. Treybal,«Mass transfer operations», MC Graw Hill.
5. MC Cabe et Smith,« Chemical engineering operations», MC Graw Hill.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Milieux poreux et dispersés		3	5	**GPC 7.2**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Comprendre des phénomènes d'écoulement biphasique

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques ; phénomènes de transfert.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Morphologie des milieux poreux et dispersés **(1 semaine)**

1. Définitions
2. Morphologie d'un grain unique ; texture des empilements de grains.

Chapitre II : Mécanique des solides granulés **(1 semaine)**

1. Criblage, tamisage, broyage
2. Analyse granulométrique.

Chapitre III : Ecoulements des fluides à travers un milieu poreux ; Filtration **(3 semaine)**

1. Ecoulement d'un seul fluide
2. Ecoulement d'une suspension ; filtration.

Chapitre IV : Mouvement des grains dans les fluides **(4 semaine)**

1. Ecoulement des fluides autour d'un objet immergé
2. Mouvement verticaux de particules ou globule dans le champ de pesanteur
3. Equation de mouvement, vitesse terminale de chute libre, application pratique, mouvement de gouttes et de bulles.
4. Chute collective de particules dans un fluide (fluide continu équivalent, vitesse terminale, relation de Richardson et Zaki)
5. Sédimentation.

Chapitre V : Fluidisation **(4 semaine)**

1. Introduction
2. Fluidisation homogène et hétérogène
3. Transfert thermique et fluidisation
4. Transfert de matière et fluidisation
5. Applications

Chapitre VI : Transport pneumatique et hydraulique **(2 semaine)**

1. Transport pneumatique
2. Vitesse, perte de charge, transfert hydraulique, différence entre pneumatique et hydraulique
3. Applications.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Robert E. Treybal,«Mass transfer operations», MC Graw Hill.
2. MC Cabe et Smith,« Chemical engineering operations», MC Graw Hill.
3. COULSON J.M., J.F RICHARDSON, J.R BACKHURST and J.H. HARKER, "Chemical ngineering", volume two, Fifth edition, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Génie des réacteurs II (réacteurs non idéaux et Bioréacteurs)		2	4	**GPC 7.3**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant aura acquis des connaissances concernant l'hydrodynamique dans les réacteurs réels ou non-idéaux.

Introduction des concepts de base nécessaires à la mise en œuvre du design et de l'analyse des bioréacteurs à l'échelle industrielle.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base en cinétique chimique, en réacteurs homogènes idéaux, en phénomènes de transfert, en mathématique (Intégrales et équations différentielles).

Contenu de la matière:

Partie 1 : Réacteurs non idéaux

Chapitre I : Ecoulements dans les réacteurs réels (4 semaines)

2.1. Introduction ;

2.2. Détermination expérimentale de la DTS ;

2.3. Réponse à une injection échelon ; Réponse à une injection impulsion ;

2.4. Relations mathématiques ;

2.5. Application dans les réacteurs idéaux ;

2.6. Réacteur piston ; Réacteur continu parfaitement agité ;

2.7. Interprétation de la DTS et diagnostique des défauts;

2.8. Travail personnel des étudiants (devoirs de maison, exposés,…etc) ;

2.9. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Chapitre II: Modélisation des écoulements dans les réacteurs réels (2 semaines)

3.1. Modèle piston dispersif ;

3.2. Modèle de cascade de réacteurs parfaitement agités ;

3.3. Prédiction de la conversion dans les réacteurs réels;

3.4. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Partie 2 : Bioréacteurs

Chapitre I: Modélisation des vitesses de réaction dans les systèmes biologiques (2 semaines)

- Cinétique enzymatique : Modèle Michaelis-Menten, Détermination des constantes K_M et v_{max}, Inhibition des réactions enzymatiques (Inhibition compétitive, Inhibition incompétitive et Inhibition non-compétitive (mixte) ;

- Cinétique microbienne : Cinétique de croissance microbienne (Expression mathématique de la croissance microbienne et courbe de croissance) ; Modèle de Monod ; Notions de substrat limitant et substrat non-limitant ; Inhibition par excès de substrat;

- Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Chapitre II: Modélisation, design et analyse des bioréacteurs (4 semaines)

- Classification et caractéristiques des bioréacteurs et Concepts de base ;

- Modélisation des bioréacteurs : Réacteurs enzymatiques (Batch, Parfaitement agité continu et Piston), Fermenteurs (Batch, Parfaitement agité continu et Piston) ;
- Comparaison bioréacteurs batch et bioréacteurs continus ;
-Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets…etc).

Chapitre III: Transfert de matière et thermique dans les bioréacteurs (2 semaines)

- Couplage transfert- réaction ;
- Aération : transfert de matière gaz-liquide ;
- Agitation : transfert de matière par convection forcée ;
- Transfert thermique dans les bioréacteurs ;

Chapitre IV: Bioraffineries (1 semaine)

VI.1. Définition et frontières de la bioraffinerie.
VI.2 . Technologies de la bioraffinerie.
VI.3. Intégration et couplage avec les activités en amont et aval de la bioraffinerie.
VI.4. Bioraffineries environnementales.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *Levinspiel O :chemical reaction engineering, 3ème édition, John Wiley and Sons, New York (1998) ISBN : 0471225424X*
2. *Villermaux J : Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, 2ème édition, Tec § Doc Lavoisier , Paris (1993) ISBN : 2-85206-132-5*
3. *Schweich D : génie de la réaction chimique, Tec ! Doc lavoisier (2001) ISBN : 2-7430-0459-2*
4. *Froment G and BischoffKB : Chemical reactor, analysis and design : John Wiley and Sons, New York (1979) ISBN : 978-0471510-444*
5. *P.trambouze : les réacteurs chimiques : conception / calcul/mise en œuvre, Editions Technip(Paris) 1984*
6. *R.W.Missen : chemicalreaction engineering and kinetics, Edition John Wiley and Sons, Inc, New York, 1999*
7. *3. H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, 4rd Edition, 2006.*
8. William L. Hochfeld, *Producing Biomolecular Substances with Fermenters, Bioreactors, and Biomolecular Synthesizers*, Boca Raton, FL, Taylor & Francis, 2005.
9. Biotechnologies, Fabien C_ezard, Collection : Express Sup, Dunod, 2013
10. J. Morchain, Modélisation des bioréacteurs, ISTE Editions, 2018.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Echangeurs de chaleurs		2	4	**GPC 7.4**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Compléter les connaissances des étudiants et leur apprendre de nouvelles notions telles que le transfert thermique en régime transitoire, la conduction au travers des ailettes et en présence d'une source de chaleur ainsi que les échangeurs de chaleur, et les méthodes de calcul des équipements de transfert de chaleur.

Connaissances préalables recommandées:

Transfert de chaleur, Mécanique des fluides, notions de mathématique (équations différentielles du premier et second ordre, calcul des intégrales, etc.).

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités (1 Semaines)

Rappels des Lois de Transfert de Chaleur, Intervention simultanée des différents modes de transfert de chaleur, isolation d'une conduite, conductance globale, déperdition thermique, problème des ailettes à section constante et variable Efficacité des ailettes, échange d'énergie sur une paroi d'un four.

Chapitre 2. Les échangeurs de chaleur (3 Semaines)

Classification des différents types d'échangeurs, classification selon les écoulements, distribution des températures dans un échangeur, étude d'un échangeur, évaluation des performances thermiques, efficacité d'un échangeur, méthode du nombre NUT, comparaison des méthodes DTLM et NUT.

Chapitre 3. Calcul des Echangeurs (4 Semaines)

Etude du transfert de chaleur (équations fondamentales, différence moyenne de température, coefficient de transfert global U), Etude des pertes de charge(Perte de charge à l'intérieur des tubes, Perte de charge à l'extérieur des tubes) , Méthodes de calcul (Calcul d'un échangeur double-tube, Calcul d'un échangeur à faisceau et calandre (Méthode de Kern)), Considérations générales sur le calcul d'un appareil à faisceau et calandre et programmation du calcul.

Chapitre 4 : Description des appareils d'échange de chaleur sans changement de Pha (1 Semaine)

Echangeurs double tube, Echangeurs à faisceau et calandre (calandre, faisceau et assemblage faisceau-calandre) et Echangeurs de chaleur à plaques.

Chapitre 5. Les appareils d'Echange de Chaleur avec Changement de Phase (4 Semaines)

Description des appareils , condensation d'une vapeur pure(Coefficients de film à la condensation à l'extérieur des tubes, Calcul du condenseur, Condensation précédée d'une désurchauffe de la vapeur et suivie du refroidissement du condensat),Condensation d' une vapeur complexe(Calcul du coefficient de transfert propre (Méthode de Ward et Méthode de Kern), Perte de charge dans la calandre, Exemple de calcul),rebouilleurs noyés à circulation forcée (Rebouillage d'un corps pur dans la calandre, Rebouillage d'un mélange dans la calandre), Rebouilleurs à Niveau à Circulation Naturelle, Rebouilleurs noyés à Circulation Naturelle , exemple de Calcul d'un Rebouilleur.

Chapitre 6. Tubes à ailettes (2 Semaines)

1/Ailettes basses intégrales : Description, Efficacité, Coefficient de transfert global des échangeurs, Coefficient de film à la condensation sur des tubes à ailettes horizontaux et Perte de charge.

2/Ailettes hautes : Description et Etude des réfrigérants de l'air.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *J.F. Sacadura, Transferts thermiques – Initiation et approfondissement, Ed. Lavoisier, 2015.*
2. *R.B Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport phenomena, 2ème Ed., Wiley & Sons, 2007.*
   A. Giovannini et B. Bédat, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.
3. *James R. Welty, Charkes E. Qicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4thedition Wiley& Sons, 2001.*
4. *Leontiev, Théorie des échanges de chaleur et de masse – Édition Mir-Moscou*
5. *H.W. Mac Addams La transmission de la chaleur - Dunod - Paris*
6. *F. P. Incropera, D. P. Dewitt - Fundamentals of Heat and Mass Transfer - Wiley, N.Y. - 2002*
7. *Bontemps, A. Garrigue, C. Goubier, J. Huetz, C. Marvillet, P. Mercier Et R. Vidil – Échangeur de chaleur – Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Énergétique*
8. *P. Wuithier, Le Pétrole, Raffinage et Génie Chimique tome2, Edition technip Paris*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Fours et chaudières		2	4	**GPC 7.5**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectif de l'enseignement:

- ✓ Expliquer le fonctionnement des fours et des chaudières industriels.
- ✓ établir un bilan d'énergie d'un four ou d'une chaudière et de déterminer le rendement thermique de l'équipement.
- ✓ Indiquer les postes de perte d'énergie dans ces équipements et les méthodes d'optimiser le bilan thermique.
- ✓ Décrire les principales opérations d'exploitation des équipements de chauffe.

Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert de matière, de chaleur et de quantité de mouvement, et thermodynamique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. INTRODUCTION **(1 Semaines)**

Chapitre 2. COMBUSTIBLES ET ENERGIE DE COMBUSTION **(4 Semaines)**

Les combustibles ; La combustion. ; Réaction de combustion ; Qualité de la combustion. ; Les équipements de combustion ; Aspects environnementaux liés à la combustion.

Chapitre 3. LES FOURS INDUSTRIELS **(6 Semaines)**

- Classification et description des fours industriels.

Fours continus, fours discontinus, chauffage direct et chauffage indirect, Fours à haute et à basse température, dimensionnement d'un four.

- Bilan énergétique d'un four.
- Rendement d'un four.
- Exploitation des fours industriels (principales opérations) :

Séchage, Mise en service et contrôle de fonctionnement et arrêts d'un four, Décockage des tubes de four.

Chapitre 4. LES CHAUDIERES INDUSTRIELLES **(4 Semaines)**

4.1. Rôle des chaudières industrielles.
4.2. Aspect thermodynamique des chaudières.
4.3. Différents types de chaudières
Chaudières à tubes d'eau, Chaudières à tubes de fumées, Chaudières de récupération.
4.4. Circulation de l'eau dans les chaudières.
4.5. Calcul thermique d'une chaudière.
4.6. Principaux paramètres à surveiller lors de l'exploitation d'une chaudière.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *R.Borghi, M.Destriau, , Gérard de Soete, Combustion and Flames, Chemical and physicalprinciples, Edition TECHNIP, 1998.*
2. *R.Borghi, M.Destriau, Gérard de Soete, La combustion et les flammes, Edition TECHNIP, 1995.*
3. *http://www.ultimheat.com/Museum/section3/1932%20ca%20Galopin%20chaudi%C3%A8res%2020111015.pdf*

Irvin Glassman, Combustion, Second edition , ACADEMIC PRESS, INC, 1987.

Semestre: 7
Unité d'enseignement: UEM4.1
Matière 2: Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (TD 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

Objectifs :

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maitriser l'automatisation de tâches
- Maitriser un logiciel de gestion de projets

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch.

Prérequis : Programmation Python.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, …)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes, Tuples, Dictionnaires,
7. Exercices :
    - Exercices d'apprentissage de Python
    - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,…)
    - …

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
    - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
        - ✓ Pandas et NumPy.
        - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
        - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
    - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)

2. Manipulation de fichiers avec Python :
    - Utiliser les librairies pour :
        - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
        - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
        - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
        - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
        - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
        - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
        - ✓ Tkinter, PyQT pour visualiser des données graphiques
    - Copier ou déplacer des fichiers avec shutil…
    - Recherche, tri et génération de rapports simples.
    - Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
    - Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
    - ….
3. **Exercices** :
    - Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
        - ✓ Créer des rapports automatiques
        - ✓ Extraire automatiquement des données
        - ✓ ….
    - Ecriture de scripts pour :
        - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
        - ✓ automatiser des calculs techniques
        - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
        - ✓ ….
    - Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
    - Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
    - Opération sur les fichiers
    - Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
    - ….

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel (02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,
2. Tableaux croisés dynamiques,
3. Histogrammes,
4. Diagrammes en barres,
5. Araignée,
6. Etc.
7. **Exercices** Excel …

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :
    - Qu'est-ce qu'un projet ?
    - Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
    - Interface de GanttProject
2. Les tâches (création, modification ,organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 5 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
    - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.

- Modules, importations et packages.

2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 6 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
   - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
   - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
   - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
   - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
   - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. **Exercices**

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

TP 02 :

Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,
4. Envoi du résultat avec Python.

TP 03 :

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en cours
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

TP 04 :

Organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
   - Nom du projet : « Réunion …..
   - Date de début : Date et heure de la réunion
   - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches

- Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
- Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
- Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)

3. Définition des ressources :
   - Participants (chaque participant est une ressource)
   - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
   - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
   - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
   - Visualiser l'ordre du jour
   - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code
(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python
(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données
(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle
(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final
Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn.
(Présentation orale + rapport écrit).
Mode d'évaluation :
examen 60% , CC=40%

Bibliographie

[8] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.

[9] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.

[10] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral

[11] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;

[12] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;

[13] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

[14] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019

[15] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214

[16] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

[17] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses

[18] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

Objectifs de la matière :

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

Connaissances préalables recommandées :

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Installer et utiliser Python

Chapitre 2. Notions de base

2-A. Mode interactif et mode script ,
- 2-A-1. Calculatrice Python,
- 2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, *, /, //, %, et **,
- 2-A-3.c Priorité

2-B. Variable et type de donnée :
- 2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée
- 2-B-2. Type de donnée:(. Nombre, Caractère, Chaîne de caractères)
- 2-B-3. Conversion (fonction str)

2-C. Fonction prédéfinie
- 2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)
- 2-C-2. Fonction print
- 2-C-3. Sortie formatée (utiliser la fonction format)
- 2-C-4. Fonction input
- 2-C-5. Importation de fonction

2-D. Code source
- 2-D-1. Règle de nommage des variables
- 2-D-2. Commentaire

Chapitre 3. Les structures conditionnelles
- 3-1. (Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)
- 3-2. Les limites de la condition simple en if
- 3-3. Les opérateurs de comparaison
- 3-4. Prédicats et booléens
- 3-5. Les mots-clés and, or et not

Chapitre 4. Les boucles
- 4-1. La boucle while
- 4-1. La boucle for
- 4-1. Les boucles imbriquées

4-1. Les mots-clés break et continue

Chapitre 5. Les fonctions

5-1. La création de fonctions
5-2. Valeurs par défaut des paramètres
5-3. Signature d'une fonction
5-4. L'instruction return
5-5. Les modules,
5-6. La méthode import
5-7. La méthode d'importation : from … import …
5-8. Les packages
5-9. Importer des packages
5-10. Créer ses propres packages

Chapitre 6: Les listes et tuples

6-1. Création et éditons de listes
6-2. Définition d'une liste, Création de listes
6-3. Insérer des objets dans une liste
6-4. Ajouter un élément à la fin de la liste
6-5. Insérer un élément dans la liste
6-7 Concaténation de listes
6-8. Suppression d'éléments d'une liste
6-9. Le mot-clé del
6-10. La méthode remove
6-11. Le parcours de listes
6-12. La fonction enumerate
6-13. Création de tuples

Chapitre 7 : Les dictionnaires

7-1. Création et édition de dictionnaires
7-2. Créer un dictionnaire
7-3. Supprimer des clés d'un dictionnaire
7-4. Les méthodes de parcours
7-5. Parcours des clés
7-6. Parcours des valeurs
7-7. Parcours des clés et valeurs simultanément
7-8. Les dictionnaires et paramètres de fonction

Chapitre 8: Objets et classes

8-1. Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets
8-2. Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.
8-3. Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.

Chapitre 9 : Les fichiers

9-1 . Chemins relatifs et absolus
9-2 . Lecture et écriture dans un fichier
9-3 . Ouverture du fichier
9-4 . Fermer le fichier
9-5 . Lire l'intégralité du fichier
9-5 . Écriture dans un fichier
9-6 . Écrire d'autres types de données

9-7 . Le mot-clé with
9-10 . Enregistrer des objets dans des fichiers
9-11 . Enregistrer un objet dans un fichier

Travaux pratique :

TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)

4. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)
5. Premiers pas avec l'interpréteur Python
    - Exécution de commandes simples en mode interactif
    - Utilisation de Python comme calculatrice
6. Création et exécution d'un premier script Python

TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)

3. Manipulation des types de données fondamentaux
    - Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens
    - Conversion entre types de données
4. Opérations arithmétiques et priorités

TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)

3. Instructions conditionnelles (if, elif, else)
4. Boucles (for, while)

TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)

3. Définition et appel de fonctions
4. Paramètres et valeurs de retour

TP 5 : Structures de données (1 Semaine)

4. Manipulation des listes
5. Dictionnaires et tuples
6. Parcours et manipulation des structures de données

TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)

3. Lecture et écriture de fichiers texte
4. Projet final au choix :
    - ✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande
    - ✓ Jeu du pendu
    - ✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV
    - ✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

Mode d'évaluation :

Contrôle continu =40% , Examen final = 60%

Références bibliographiques :

[19] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[20] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[21] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[22] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
[23] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
[24] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

[25] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
[26] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
  W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Traitements des effluents et des déchets industriels (gazeux, liquides et solides)		2	2	**GPC 7.7**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement

Le but de ce cours est de donner aux étudiants les outils qui leur seront nécessaires à la gestion des procédés physico-chimiques de traitement des eaux et à la compréhension du fonctionnement d'une station d'épuration.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir un pré requis dans le domaine de l'électrochimie, le transfert de masse, mécanique des fluides, la chimie des solutions.

Contenu de lamatière:

Première partie : Effluents liquides industriels

Chapitre I: Généralités sur les eaux résiduaires industrielles,

Chapitre II: Prétraitement des eaux usées (Dégrillage, Dessablage, Dégraissage–déshuilage)

Chapitre III: Traitements physico-chimiques des aux usées (Décantation, Coagulation/Floculation, Flottation, Précipitation chimique)

Chapitre IV : Traitements tertiaires (Filtration, adsorption, Oxydation et Désinfection, Echanges d'ions, Séparation membranaire)

Deuxième partie: Effluents gazeux industriels

Chapitre I: Généralités sur la pollution atmosphérique et les effluents gazeux industriels,

Chapitre II: Généralités sur les traitements des gaz polluants (traitement de destruction, traitement de récupération, traitement de transformation) étude de cas: élimination du CO_2, H_2S, NOx, COV et odeur

Chapitre III: Traitements des poussières (les Dépoussiéreurs mécaniques, les dépoussiéreurs par voie humide, les dépoussiéreurs à couche filtrante, les dépoussiéreurs électriques) avantages et inconvénients

Troisièmes partie: Déchets solides

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

J.B. BEAUDRY «Traitement des eaux » Edition le Griffon d'argile, Sainte-Foy,
(Canada) DEGREMONT «Mémento technique de l'eau» Edition Technique et Documentation, Paris
W.W. ECKENFELDER « Gestion des eaux usées urbaines et industrielles »
Edition Technique et Documentation; Paris
M.J. HAMMER «Water and waste-water technology» Edition John Wiley &sons, New York
R. TOMAZEAU « Station d'épuration, Eaux potables – Eaux usées » Edition Technique et Documentation, Paris
Bruno Sportisse « Pollution atmosphérique, des processus à la modélisation » 2008 Springer, Paris, NewYork,Technique del'ingénieur.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	**Méthodes physiques d'analyse II**		2	2	**GPC 7.8**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Donner les connaissances fondamentales sur les méthodes et techniques expérimentales qui permettent de **caractériser la matière et d'étudier sa structure**. En particulier les techniques et les outils pour lesquels des progrès technologiques sont apparus récemment.

Connaissances préalables recommandées:

Etat de la matière, thermodynamique chimique, propriétés structurales et physico-chimique de la matière, notions de physique et chimie générale.

Contenu de la matière:

1. Spectrométrie d'absorption atomique : Généralités, instrumentation et applications ; Méthode des ajouts dosée **(1 Semaine)**

2. Spectrophotométrie d'émission atomique : Généralités, instrumentation et applications ; Méthode de l'étalon interne **(1 Semaine)**

3. La spectrométrie de fluorescence X : Généralités, applications et avantages **(1 Semaine)**

4. Analyse thermique : instrumentation et techniques **(2 Semaines)**

5. Diffraction des rayons X **(3 semaines)**

- 5.1. Principe
- 5.2. Appareillage
- 5.3. Cristallographie
- 5.4. Spectre DRX

6. Microscope électronique à balayage **(3 semaines)**

- 6.1. Principe
- 6.2. Appareillage
- 6.3. Traitement des images de MEB
- 6.4. Déroulement de la mesure

7. Spectrométrie en photoélectronique X **(2 semaines)**

- 7.1. Principe
- 7.2. Spectre XPS

8. Microscope à force électronique **(2 semaines)**

- 7.1. Principe
- 7.2. Méthode d'interprétation des données

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1- *J. Tranchant, Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, Masson, Paris 1995.*
2- *F. Rouessac et A. Rouessac, Méthodes et techniques instrumentales modernes, Dunod, Paris 2004.*
3- *P. Arnaud, Chimie organique, Dunod, 2009.*
4- *A.Skoog, F.Holler et A. Niemaw, Principes d'analyse instrumentale, Edition de Boeck, Paris 20*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	TP Génie chimique (OU, CR, TC)		1	1	GPC 7.9
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	-	-	1h30		

Contenu de la matière:

TP Operations unitaires I :

distillation, rectification, mélange et agitation

TP: Génie des réacteurs II

TPN°1. Réacteur continu agité.
TP N° 2. Réacteur à écoulement continu piston.
TPN° 3.Réacteurs en série.
TPN°04 : détermination de la DTS,
TPN°5. Bioproduction: fabrication d'éthanol par fermentation.
TPN°6. Photosynthèse: Mise en évidence des échanges gazeux avec des plantes aquatiques

TP-Echangeurs de chaleur

TP N° 1. Transmission de chaleur par conduction (unité de base).
TPN° 2. Conduction de chaleur linéaire.
TPN°3. Conduction de chaleur radiale.
TPN° 4. Convection et rayonnement

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Projet Personnel Professionnel		1	2	**GPC 7.10**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire	-	-	-		

Objectifs de l'enseignement:

Ce module vise à construire un projet personnel à vocation professionnelle. Ce module est destiné à permettre aux étudiants d'établir un premier contact avec le monde professionnel dans le but de s'interroger, sinon de commencer à bâtir, progressivement, leur projet professionnel avec cette idée que les études (qu'elles soient de droit, d'éco ou d'AES) doivent mener à l'emploi.

Ce travail de réflexion et d'expérimentation est effectué en petits groupes animés par un encadrant.

Le dispositif du projet personnel professionnel doit permettre à l'étudiant un travail de fond dans l'objectif de se faire une idée précise des nombreux métiers de la spécialité et de ce qu'ils nécessitent comme connaissances et compétences. Il doit amener l'étudiant à questionner l'adéquation entre ses souhaits professionnels immédiats et futurs, ses aspirations personnelles, ses atouts et ses faiblesses dans l'objectif de concevoir un parcours de formation cohérent avec le ou les métiers envisagés.

Enfin, le PPP vise à acquérir des méthodologies d'orientation réutilisables tout au long de la vie.

L'étudiant doit être le principal acteur de la démarche. Il doit réaliser son projet à partir d'expériences construites, vécues, capitalisées et confrontées avec d'autres. Les techniques d'insertion et toute forme pédagogique visant la professionnalisation des étudiants, peuvent être mobilisées à cette occasion.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S7	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité		1	1	GPC 7.11
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

3. Éthique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.

2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Programmes détaillés des matières du 8ème semestre

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Opération unitaire III (Séchage-evaporation -Cristallisation)		2	4	**GPC 8.1**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

A la fin de ce module, l'étudiant aura acquis des connaissances nécessaires à la compréhension des phénomènes de transfert simultanés de matière et de chaleur et de dimensionner certains équipements.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances des phénomènes de transfert (matière, quantité de mouvement et de chaleur), thermodynamique, mathématiques et les opérations unitaires étudiées en licence.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Humidification (6 Semaines)

Principe. Applications. Grandeurs humides. Equipements utilisés (tour de refroidissement, aéroréfrigérant). Diagrammes de l'air humide. Thermomètre humide. Mélange d'air humide (calcul des grandeurs humide du mélange, diagramme de mollier (enthalpie, humidité absolue). Dimensionnement d'une tour de refroidissement**.**

Chapitre 2. Séchage (3 Semaines)

Généralités. .Différents types de sécheurs. Choix de sécheurs. Mode de séchage (continu, discontinu, contre-courant, co-courant, par convection, conduction etc…) . Mécanismes de séchage. Bilan matière et enthalpique au niveau d'un sécheur. Calcul de la vitesse et la durée de séchage.

Chapitre 3. Evaporation (3Semaines)

Introduction. Facteurs principaux influençant l'évaporation. Bilan thermique et matière au niveau de l'évaporateur (simplifié). Différents types d'évaporateurs et différentes circulations. Calcul de la surface d'échange (évaporateur simplifié ou à multiples effets). Comparaison entre évaporation à multiples effets à contre courant et à co-courant). Différents types de procédés d'évaporation (système à compression, éjecto-compression, pompe à chaleur, à absorption). Dispositifs annexes (condenseurs, séparateur gaz-liquide).

Chapitre 4. Cristallisation (3Semaines)

Quelques aspects fondamentaux. Les différentes étapes de la cristallisation. Effet des impuretés sur la formation des cristaux. Les réacteurs de cristallisation (Batch et continue). Adsorption d'un soluté en phase liquide dans une tour à lit fixe (percolation).

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *Daniel Morvan, Génie Chimique : les opérations Unitaires procédés Industriels Cours et Exercices Corrigés, Editeur : ELLIPSES, Colletion :Technosup, 2009.*
2. *Warren L. MCCabe,Julian C. Smith,, Peter Harriott « Unit Operations of Chemical engineering », Seventh Edition MC Graw Hill,2005.*
3. *Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta, 1993.*
4. *Robert E. Treybal,«Mass Transfer Operations»,Third Edition, McGraw –Hill ,1980.*
5. *Georges Arditti, Technologie chimique industrielle, Tome 3, Production de la chaleur Transfert de matière utilisant l'énergie, Editions EYROLLES, 19*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Procédés d'adsorption et de séparation membranaire		2	4	**GPC 8.2**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif est de donner :

- Des connaissances théoriques et pratiques approfondies dans le domaine des techniques membranaires et les familiariser avec les dernières avancées technologiques des membranes.
- Connaitre les principales techniques membranaires de séparation et leurs applications dans les divers domaines tels que pour la production et le traitement de l'eau, pour la séparation des acides aminés dans l'industrie agroalimentaire, pour la production de nanocrystaux, le dessalement….

Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert (transfert de matière, mécanique des fluides,..), Chimie des surfaces et catalyse hétérogène.

Contenu de la matière :

Partie 1 :

Chapitre1: Introduction a l'adsorption industrielle

- **Définitions**
- Utilisations industrielles de l'adsorption
- Principaux adsorbants industriels
- Régénération ou "stripping"
- Lois générales de l'adsorption physique

Chapitre2: Equilibres d'adsorption

- Modes de représentation
- Les isothermes
- Rappel sur la théorie de l'adsorption
- Chaleurs d'adsorption
- Concentrations réduites-Facteur de séparation

Chapitre3: Dynamique de l'adsorption

- Interprétation des phénomènes
- Diffusion externe
- Transferts à l'intérieur de la particule d'adsorbant
- Processus global

Chapitre4 : Procédés d'adsorption

- Calcul des adsorbeurs
- Les procédés discontinus
- Les procédés semi-continus
- Les procédés continus

Partie 2 :

Chapitre I: Les Membranes

Définition, structure et caractérisation
Classification des membranes: Matériaux Membranaires
Principes de mise en œuvre des modules membranaires
Les modules membranaires des installations industrielles.

Chapitre II : Principes et mécanismes de transfert de matière des différents Procédés membranaires.

Dialyse et Electrodialyse
Osmose inverse
Filtration
Nanofiltration
Ultrafiltration
Microfiltration
Notions de scaling, Colmatage (organique) et biofouling, Nettoyage des membranes et Autopsie.

Chapitre III: Configuration des modules et mise en forme des membranes

Module plan
Module spiral
Module tubulaire
Module fibres creuses

Chapitre IV: Applications des Modules Membranaires

Dessalement des eaux de mer et saumâtres
Industrie agroalimentaire
Industrie pharmaceutique

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta, 1993.*
2. *Warren L. McCabe,Julian C. Smith, Peter Harriott«Unit Operations of Chemical Engineering », Mc Graw-Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.*
3. *J. P. Brun, Procédés deséparation par membranes, Transport Techniques membranaires Applications, Masson, Paris, 1988.*
4. *Robert E. Treybal,«Mass Transfer Operations»,Third Edition, McGraw –Hill ,1980.*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	**Mécanique des fluides avancées**		2	5	**GPC 8.3**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré requis : connaissances préalables

Base de Mécanique des fluides
Les mathématiques
Les méthodes numériques

Objectifs :

Le but de la matière est de développer les connaissances de base de l'étudiant. La spécialité énergétique est étroitement liée à la phénoménologie des écoulements visqueux et turbulents observés dans les systèmes énergétiques, leur compréhension et analyse sont indispensables.

Contenu de la matière:

Chapitre I : **Dynamique des fluides et équations de transport** : description du mouvement, tenseurs, dérivée particulaire, transport d'un volume infinitésimal, bilan de masse, de quantité de mouvement et d'énergie, fluides visqueux, équations de Navier-Stokes, éléments de rhéologie… **(4 semaines)**

Chapitre II : **Fluide parfait et ses applications** : écoulements potentiels, ondes d'interfaces **(2 semaines)**

Chapitre III : **Dynamique des fluides réels** : écoulement unidirectionnels, écoulement de Stokes, écoulement à faible vitesse, à faible nombre de Reynolds, lubrification hydrodynamique… **(3 semaines)**

Chapitre IV : **Couches limites** : développement de la couche limite, solutions approchées, équation de Van Karman,… **(2 semaines)**

Chapitre V : **Ecoulements turbulents** : champ moyen et fluctuations, équations de Reynolds, modèle de Boussinesq, modèle de la longueur de mélange de Prandtl, échelles de turbulence, modèles de turbulence K-ε, K-ω, SST… **(4 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques (Livres et polycopiés, sites internet, etc.)

1. Inge L. Ryhming, Dynamique des fluides, Presse Polytechniques et Universitaire Romandes.
2. P. Chassaing, Turbulence en mécanique des fluides, CEPADUES– Editions R. Comolet, Mécanique expérimentale des fluides, Tome II, dynamique des fluides réels, turbomachines, Editions Masson, 1982.
3. T. C. Papanastasiou, G. C. Georgiou and A. N. Alexandrou, Viscous fluid flow, CRC Press LLC, 2000.
4. Adil Ridha, Cours de Dynamique des fluides réels, M1 Mathématiques et applications : spécialité Mécanique, Université de Caen, 2009.

5. R. W. Fox, A. T. Mc Donald and P. J. Pritchard, Introduction to fluid mechanics, sixth edition, Wiley and sons editor, 2003
6. Hermann Schlichting, Boundary layer theory, McGraw Hill book Company.
7. W.P. Graebel, Advenced fluid mechanics, Academic Press 2007.
8. H. Tennekes and J. L. Lumeley, A first course in turbulence, The MIT Press 1972
9. Ronald L. Panton - Incompressible Flow-Wiley (2013)
10. B.R. Munson, D.F. Young, T.H. Okiishi « Fundamentals of fluid mechanics» 5th ed, Wiley 2006, ISBN 0471675822, 9780471675822

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	**Technologie des poudres et des solides**		2	5	**GPC 8.4**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

OBJECTIFS

Présenter les phénomènes physico chimiques intervenants au niveau des solides divisés, les bases théoriques indispensables pour comprendre les opérations de mise en œuvre & mise en forme des poudres.
Expliquer les principaux mécanismes et les technologies rencontrés dans le domaine des poudres.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Séchage des poudres
Cinétique de séchage et isotherme de sorption
Principales technologies de séchage
Chapitre 2 : Caractérisation & coulabilité des poudres
Granulométrie des poudres – porosité – surface spécifique – densité – dureté & abrasivité …
Coulabilité : importance, cause, impact et moyens de mesure, structure des lits de grains, lits de poudres relles,
Ségrégation et mottage
Chapitre 3 : Mise en œuvre des poudres
Stockage & dispositifs pour aider à l'écoulement
Transfert & convoyage (mécanique et pneumatique)
Fluidisation des poudres (intérêt et principes)
Principales techniques pour doser, introduire des poudres dans un réacteur
Chapitre 4 : Mélange des poudres
Points clés à prendre en compte pour sélectionner une technologie
Panorama des équipements et importance de la coulabilité dans cette opération
Chapitre 5 : Broyage et classification
Principes de base, l'importance de la caractérisation du matériau
Mécanismes principaux et panorama des broyeurs.
Technologies de séparation et fonction de séparation
Chapitre 6 : Granulation
Principaux mécanismes de granulation
Classification des technologies de granulation
Principales technologies (granulation humide, granulation par dispersion, par effet thermique et par pression)
Cas de l'imprégnation et de l'enrobage
Chapitre 7 : Principes de base pour l'HSE
Toxicité et taille des particules
Explosion de poussières : mesures et moyens de prévention

Travaux pratiques:

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Sécurité des procédés Industrielle et maîtrise des risques		2	3	GPC 8.5
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière doit permettre d'une part l'étudiant de permettre de connaitre les normes de sécurité nécessaire, des conditions données de fabrication et d'autre part de prévoir les installations additionnelles nécessaires, l'épuration des effluents industriels en vue de protéger l'environnement.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre I: Règles de sécurité industrielle

Chapitre II: Sécurité des procédés (4semaines)

Typologie des risques industriels, La réglementation européenne ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement),

Méthodologie Générale d'Analyse de Risques C.1 APR (Analyse Préliminaire des Risques)

C.2 La méthode HAZOP

424. Phénoménologie des risques industriels

Les feux et incendies

Les explosions de gaz, vapeur et poussières

La dispersion atmosphérique de produits toxiques

Les emballements thermiques

Chapitre III : Lutte contre la pollution des eaux résiduaires industrielles

1. Analyse des procédés, origines de la pollution des eaux
2. Méthodes de contrôle
3. Méthodes de traitements utilisées dans les différents secteurs industriels : chimie, textile, etc.

Chapitre III : Etude des caractéristiques des gaz résiduaires

1. Procédés d'épuration

Chapitre IV: Réglementation et législation

Mode d'évaluation:

Examen:100%.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Simulateurs statiques et dynamiques des procédés		2	2	**GPC 8.6**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours vise à former les étudiants à la conception, au dimensionnement et à la simulation de divers procédés industriels relevant du génie des procédés, en utilisant des simulateurs spécialisés. À travers cette formation, les étudiants apprendront à modéliser ces procédés à l'aide de codes de calcul adaptés, selon le simulateur utilisé. Ce programme s'inscrit dans la continuité de la première partie enseignée en 3ème année, offrant ainsi un approfondissement des compétences acquises précédemment dans le domaine de la simulation des procédés industriels

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, Cinétique chimique, Phénomènes de transfert, Opérations unitaires, Réacteurs chimiques homogènes et hétérogènes.

Contenu de la matière :

CHAPITRE 1 : Rappels (1 semaines)

- Implémentation des réactions chimiques (Réactions de conversion, Réactions réversibles, Réactions complexes)
- Détermination des propriétés enthalpiques des réactions chimiques
-

CHAPITRE 2: Simulation des réacteurs chimiques (4 semaines)

Réactions simples et multiples, réactions équilibrées, réacteurs parfaitement agités (CSTR), réacteurs à piston (PFR) et associations de réacteurs (en série et en parallèle)

CHAPITRE 3: Simulation des appareils thermiques (2 semaines)

Echangeurs de chaeur à double tubes ; Echangeurs de chaeur faisceau et calendre ; Echangeurs de chaeur à plaque.

CHAPITRE 3 : Simulation des contacteurs gaz-liquide, liquide-liquide et liquide-solide (3 semaines)

Simulation des processus d'absorption/stripage et d'extraction, avec ou sans réaction chimique, dans des colonnes à plateaux ou garnies.

CHAPITRE 4 : Simulation des colonnes de distillation (3 semaines)

Distillation de mélanges binaires et complexes dans des colonnes à configurations diverses (plateaux et garnissages) avec reflux total ou partiel, et condenseur total ou partiel.

CHAPITRE 5 : Simulation de procédés réels (2 semaines)

Applications de la simulation à des procédés chimiques industriels réels.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	TP-génie chimique (OU, Sep. Membranaire)		1	1	**GPC 8.7**
VHH	**Cours**		**Travaux Pratiques**		
22h30	-	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

- Mettre en application des notions relatives aux opérations unitaires du Génie des Procédés, au niveau des équilibres entre phases, des bilans et des transferts de matière.
- Apprendre à faire des mesures fiables en adsorption et séparations membranaires, développer l'esprit critique, apprendre à interpréter et à présenter ses résultats.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, Phénomènes de transfert, Chimie des surfaces et catalyse hétérogène et extraction liquide-liquide.

Contenu de la matière:

TPN°1. Evaluation de l'efficacité de la tour de refroidissement.
TP N° 2. Procédure de calcul de la masse d'eau perdue par le solide.
TPN°3. Séchage d'une phase organique.
TP N° 4. Séchage par atomisation (sulfate de sodium) : bilans matière et bilans enthalpiques, température humide
TP N° 5. Evaporation d'un solvant organique.
TPN° 6. Purification par recristallisation.
TPN° 7. Séchage des solides.
TP N° 8. Séparation d'un colorant en phase aqueuse par adsorption.
TPN°9.Séparation d'un pesticide en phase aqueuse par adsorption.
TPN°10.Equilibre dans le système hétérogène: détermination expérimentale de l'isotherme d'adsorption du CH_3COOH, dissous dans l'eau, par une substance solide (charbon actif).
TP N° 11.Extraction par membrane liquide émulsionnée.
TPN°12. Préparation et stabilisation d'une émulsion.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Stage dans un milieu industriel		2	2	**GPC 8.8**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire	-	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

Connaissances préalables recommandées:

Aucun

Contenu de la matière:

Le stage dans un milieu industriel doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant. Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- Présentation détaillée du stage d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- Analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- Critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Eléments d'intelligence artificielle appliquée		2	2	GPC 8.9
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	-	-	1h30		

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maitrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
    - **Apprentissage automatqiue (Machine Learning)**
    - **Apprentissage profound (Deep Learning)**

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
    - **Variables**, espérance, variance.
    - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
    - Formulation, coût, optimisation.
    - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices :**
    - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
    - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
    - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)
    - …

Chapitre 3 : Apprentissage automatqiue (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
    - Supervisé
    - **Non** supervisé
    - **Par** renforcement *(aperçu)*
4. **Exercices :**
    - Approfondir les notions vues au cours
    - ….

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entrainement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
    - SVM (Support Vector Machine)
    - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
    - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices :**
    - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
    - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
    - ….

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
    - **K-means**
    - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices :**
    - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
    - Expliquer comment visualiser les clusters.
    - ….

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
    - Perception,
    - Couches et couches caches, poids, biais.
    - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
    - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
    - Notion de couches profondes.
    - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)
3. **Exercices :**
    - Expliquer Tensorflow et PyTorch
    - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
    - ….

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles

- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.
- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- …

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn **visualisation avec Matplotlib** (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- …

TP 03 :

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- …….

TP 05 :

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters **: Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN).**
- ….

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentisage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsité de Msila - Algérie

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	**Lean Start-Up**		2	2	**GPC 8.10**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.

Terme	Définition
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

Programmes détaillés des matières du 9ème semestre

Intitulé specialité : Génie des Procédés Chimiques *Etablissement :* *annee universitaire:*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Génie des réacteurs III (réacteurs polyphasiques)		2	4	**GPC 9.1**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Initiation des étudiants aux réacteurs polyphasiques hétérogènes notamment les absorbeurs, les réacteurs catalytiques, les réacteurs à combustion et autres réacteurs à deux phases hétérogènes.

Connaître le principe de fonctionnement des réacteurs polyphasiques.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base en cinétique chimique homogène et hétérogène, réacteurs homogènes, transfert de matière entre phases (Fluide-Fluide et Fluide-Solide), transfert de chaleur, transfert de quantité de mouvement et génie de la réaction chimique.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Réacteurs à deux phases fluide- fluide

Introduction ; Théorie des deux films ; Effet de la réaction chimique sur le transfert de matière ; Réaction de pseudo premier ordre et Nombre de Hatta (Ha) ; Régime de réaction rapide ; Facteur d'accélération E ; Régime de réaction instantanée ; Diagramme E en fonction de Ha) ; Calculs des réacteurs diphasiques (réacteurs batch, réacteurs piston, réacteurs continus parfaitement agités; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Chapitre II : Réacteurs fluide-solide catalytique

Diffusion intra particulaire (Nombre de Thièle, Efficacité) ; Efficacité et transfert de matière externe (Effet du diamètre du grain de catalyseur, Transfert de matière externe) ; Influence de la diffusion interne sur la réaction (Critère de Weisz-Prater) ; Influence du transfert de matière externe sur la réaction (Critère de Mears) ; Réacteurs à lit fixe ; Réacteurs à lit fluidisé; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc)

Chapitre III : Réacteurs fluide-solide non catalytique

Modèle de la sphère à cœur rétrécissant (shrinking core model) ; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Chapitre IV : Les réacteurs à trois phases gaz, liquide et solide catalytique.

Introduction ; Réaction au niveau d'un grain isolé de catalyseur ; Caractéristiques des divers types de réacteurs triphasiques ; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,…etc).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. J. Villermaux, Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, Ed. Lavoisier Tech.&.Doc. 1995.

2. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition, Wiley (1972). 3rd Edition

(1999).

3. H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, 4rd Edition,

2006.

4. P. Trambouze et J.P. Euzen, Les réacteurs chimiques : de la conception à la mise en œuvre, Ed. Technip 2002.

5. J. Liéto, Le génie chimique à l'usage des chimistes, ed. Lavoisier Tech.&.Doc, 1998.

6. J.M. Smith, Chemical Engineering Kinetics, McGraw-Hill (1981), 3rd Edition.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	**Procédés de raffinage et de pétrochimie**		2	4	**GPC 9.2**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement:

Le but de cet enseignement est de faire acquérir aux étudiants les principaux procédés pétrochimiques. Ces derniers sont en général, basés sur des réactions chimiques appropriées en présence ou non d'un catalyseur. Dans matière, sont traités les procédés majeurs de la pétrochimie tels que le reformage catalytique.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances acquises dans les semestres 2, 3 et 4 telles que les phénomènes de transfert (chaleur, matière et quantité de mouvement) et Raffinage et pétrochimie (S4).

Contenu de lamatière:

1) Principes de base régissant la transformation chimique,
2) Catalyseurs industriels
2) Procédés d'amélioration des propriétés: reformage catalytique, isomérisation,…
3) Procédés de conversion: vapocraquage, craquage catalytique,…
4) Procédés de finition: hydrogénation, adoucissements,…
4) Procédés de protection de l'environnement: traitement des fumées, traitement des eaux de rejet,…
5) Production d'hydrogène (hydrogène dans la raffinerie, production par reformage {la vapeur, par oxydation partielle, coproduction hydrogène-énergie, …)

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu: 40%, Examen:60%.

Références bibliographiques:

1. J.P. Wuithier, Le pétrole: Raffinage et génie chimique. Edition Technip.
2. J.P.Leprince, Le Raffinage du pétrole–Tome3 Procédés de transformation. EditionTechnip.
3. Le raffinage du pétrole en 5 tomes, Technip, 1998.
4. A. Fahim,Taher A. Al-Sahhaf, A Elkilani, Fundamentals of Petroleum Refining,Elsevier,2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	La formulation dans les industries chimiques		3	5	GPC 9.3
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Objectifs :
L'objectif de ce cours est de donner une vue d'ensemble des différentes formulations possibles, des Principaux ingrédients de la formulation, des propriétés physico-chimique ainsi que l'élaboration des formulations sous forme d'émulsion, de systèmes dispersé et de mousse.

Chapitre I : Principe de la formulation (4 semaines)

I.1- Présentation générale
I.2- Planification d'expérience en formulation : le criblage
I.3- Planification d'expérience en formulation : Optimisation
I.4- Mouillage et Imprégnation
I.5- Polymorphisme et de transition de phase en solution
I.6- Rhéologie des fluides complexe

Chapitre II : Élaboration des formulations d'émulsions (4 semaines)

II.1- Nature et type des surfactants
II.2. Propriétés physico-chimique des surfactants
II.3. Micelles, Emulsions et micro émulsion W/O, O/W
II.4. Formulation des dispersions

Chapitre III : Systèmes colloïdaux (4 semaines)

III.1- État colloïdale
III.2- Classification des colloïdes
III.3- Préparation des Colloïdes
III.4- Propriétés des colloïdes en solution

Chapitre IV : Les Mousses (3 semaines)

IV.1- Formation et Propriétés des mousses
IV.2- Stabilisation des mousses
IV.3- Agent moussant
IV.4-Agent stabilisant des moussant
IV.5- Agent anti-moussant

Travaux pratiques:

T.P N°1 : Formulation d'un détergent sous forme liquide

T.P N°2 : Formulation d'un détergent sous forme gel

T.P N°3 : Contrôle de qualité du détergent sous forme liquide formulé

T.P N°4 : Contrôle de qualité du détergent sous forme gel formulé.

T.P N°5 : Formulation et étude de la stabilité d'un détergent liquide

T.P N°6 : Propriétés physico –chimiques des émulsions.

T.PN°7 : détermination du potentiel électrocinétique par Electrophorèse

T.P N°8 : Préparation des émulsions à HLB différentes et étude de stabilité (Tracé du diagramme ternaire) faire une simulation avec le logiciel prosim.

T.P N°0 08 : Détermination de la viscosité de différentes formulations (lubrifiants, carburants, détergents liquides) à l'aide d'un viscosimètre rotatif à différentes température.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:
1- Grubenmann, A., &Mollet, H. (2008). *Formulation technology: emulsions, suspensions, solid forms*. John Wiley & Sons.
2- Agarwal, S. (2019). *Engineering chemistry: Fundamentals and applications*. Cambridge UniversityPress.
3- Tadros, T. F. (2014). *Formulation of disperse systems: Science and Technology*. John Wiley& Sons

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Génie de la polymérisation : quelques grands procédés industriels		3	5	**GPC 9.4**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	3h00	1h30	-		

Contenu de la matière :

Partie 1: Techniques de Polymérisation

1. *Polyaddition radicalaire*

a) Polymérisation homogène
-polymérisation en masse
-polymérisation en solution

b) Polymérisation hétérogène
- polymérisation en suspension
- polymérisation en émulsion
- polymérisation par précipitation

2. *Polycondensation*

a) Polycondensation par fusion

b) Polycondensation en solution

c) Polycondensation interfaciale

Partie 2: Réactivité et Réactions des Polymères

Fonctionnarisation et modification chimique des polymères(Rôle des additifs dans la formulation des produits polymères)

Partie 3: Propriétés et classements Classement des polymères

I. Solubilité des polymères
II. Morphologie et propriétés thermiques des polymères
III. Polymères à l'état fondu et en solution **(4 semaines)**

Partie 4 : Place des polymères en industrie

- Application des polymères en cosmétique
- Application des polymères en pharmaceutique
- Application des polymères en industrie alimentaire
- Application des polymères en construction et bâtiments
- Application des polymères en industries automobile et aéronautique

-Mark & Herman, Les Matières plastiques, Time Inc., USA, 1973

-Ehrenstein, Gottfried W., Matériaux polymères : structure, propriétés et applications Nouv. éd. Hermès science publications, Paris, 2000.

-Polymères : de la polymérisation aux propriétés premier colloque franco-mexicain, Grenoble, 1995, Polytechnica, Paris, 1996

www.techniquedelingenieur.com

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Procedes innovants		1	2	**GPC 9.5**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement:

1- Comprendre le principe de l'intensification des procédés
2- Appliquer les techniques d'intensification pour des procédés divers

Connaissances préalables recommandées:

Transfert de matière et de chaleur, catalyse, Réacteurs, opérations unitaires.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Bases de l'intensification des procédés

Définitions. Principes et applications de l'IP. Mise en œuvre de l'intensification des procédés : approche basée sur les équipements ou les méthodes.

Chapitre 2. Les équipements pour l'Intensification des procédés

- Microréacteurs : Réacteurs à baffles oscillantes, Réacteurs à disque tournant
- Absorbeur centrifuge
- Colonnes garnies rotatives
- Exemples d'application de ces équipements dans différents procédés

Chapitre 3. Les méthodes de l'Intensification des procédés

Réacteurs multifonctionnels (Distillation réactive, Réacteurs à membrane). Séparations hybrides (Membrane-absorption, Membrane-distillation). Exemples d'applications de ces différentes méthodes.

Chapitre 4. Sources d'énergies alternatives

Energie solaire. Ultrasons. Microondes.

Chapitre 5. Outres méthodes d'intensification des procédés:

Nouveaux solvants (Fluides supercritiques, Liquides ioniques). Exemples d'application de ces solvants.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen:60%.

Références bibliographiques:

1. Stanckiewicz, A., and Moulijn. Marcel Dekker, Re-engineering the Chemical Processing Plant-Process Intensification. Inc. N.Y2003

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Introduction à la digitalisation des procédés		2	3	GPC 9.7
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Introduction au concept d'Industrie 4.0. Composantes technologiques de la 4ème révolution industrielle et lien avec la stratégie d'affaires, l'organisation et la gestion des procédés des secteurs chimiques industriels. Cas concrets de transformation et enjeux spécifiques du secteur des procédés chimiques, de la pétrochimie, de la pharmaceutique, des usines de traitement, etc. Centralité de la capture des données en temps réel. Introduction à l'intelligence artificielle en génie des procédés. Prise de décisions. Exemples d'outils applicables en milieu des procédés chimiques industriels pour mettre en marche la transformation numérique.

Contenu de la matière:

Outils de la chaîne digitale

2.1 – Instrumentation : pour piloter le procédé, contrôler la réaction/cristallisation/extrusion

Retour ou introduction à :

- Types de capteurs : débit / comptage masse – volume, température, pression, niveau, pH, vitesse, agitation ;
- Type d'analyseurs : techniques séparatives, techniques spectrales, traitements de données associés ;
- Architecture : analogique/numérique, différents bus de terrain, protocoles de communication (OPC UA…) ;
- Description des paramètres physico-chimique mesurés pour suivre les propriétés du produit et les paramètres du procédé en temps réel ; définition des types de capteurs, puis du traitement et l'analyse de la donnée.

2.2 – Acquisition de données, contrôle commande, automatisation

Introduction au logiciel OIAnalytics qui permet le suivi en ligne et en temps réel des indicateurs et mesures d'un procédé.

2.3 – Usage et analyse de la donnée

Définition des outils de traitement et analyse statistique de la donnée.

3– Suivi et mise en place des indicateurs de production et performance environnementale et énergétique pour l'optimisation

Digitalisation des procédés

- Constats & intérêts ;
- Démarche de digitalisation :
  - état des lieux de l'unité : compréhension du procédé, analyse des besoins et problématiques, identification des données disponibles et leurs remontées…
  - analyse sur les données disponibles : identification des dysfonctionnements récurrents, optimisation des conditions opératoires…
  - enrichissement des données : ajout de capteurs de mesures ou virtuels,
  - utilisation des outils de modélisation : jumeau numérique et modèles prédictifs,
  - mise en place des actions d'améliorations.

Cas du TP de cristallisation

- Présentation du dispositif : schéma, équipements, données disponibles, …

- Jumeaux numériques déployés & indicateurs de suivi (taille des cristaux, consommation énergétique…) : fonctionnement et visuels/utilisation
  Échange avec les participants sur leurs propres problématiques
- Quels sont vos problématiques ?
- Quels sont les indicateurs à mettre en place (performance, sécurité, environnement) ?
- Quels sont les informations manquantes ?
- Avez-vous réalisé des projets de digitalisation ?
- Si oui, quels sont les difficultés rencontrées et les résultats obtenus ?
- Si non, quelles ont été les éléments bloquants.

4 – TP sur les pilotes sur des cas d'usage / démonstration dans la salle connectée en temps réel à distance aux pilotes

4.1 – Observation des données acquises en temps réel sur chaque pilote.
4.2 – Exercices sur les données.
4.3 – Réalisation des changements de consigne et observation de l'évolution du système.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Contrôle & commande et régulation des procédés		2	3	GPC 9.7
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière vise à étudier l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour maintenir une grandeur physique à régler, égale à une valeur désirée, appelé *consigne*. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable d'analyser et modéliser un procédé industriel.

Connaissances préalables recommandées:

Instrumentation, Mathématiques, Thermodynamique, Mécanique des fluides, opérations unitaires

Contenu de lamatière:

Chapitre I. Notions de base

I.1. Calcul opérationnel ; I.2. Fonction de transfert; I.3. Systèmes asservis; I.4. Définition et importance de la régulation; I.5 Constitution d'une boucle de régulation.

Chapitre II. Eléments de technologie

II.1Transmetteurs analogiques de mesure ; II.2 Régulateurs pneumatiques ; II.3 Régulateurs électroniques ; II.4. Vannes automatiques ; II.5. Capteurs combinés ; II.6 Contrôle-qualité de la mesure. Exploitation de l'instrumentation.

Chapitre III. Analyse des systèmes mono-variables

III.1 Classification des systèmes mono-variables; III.2 Identification des systèmes en boucle ouverte;

III.3. Identification des systèmes en boucle fermée; III.4. Notions sur les systèmes multi-variables.

Chapitre IV. Régulation analogique mono-variable

IV.1 Equation générale d'une boucle de régulation ; IV.2 Choix du régulateur ; IV.3. Régulation à actions proportionnelle et intégrale (P.I.) ; IV.4. Régulation à actions proportionnelle, intégrale et différentielle (P.I.D.); IV.5 Régulation mixte; IV.6 Régulation en cascade.

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu: 40%, Examen:60%.

Références bibliographiques:

1. Dindeleux D.,"*Technique de la régulation industrielle*". Eyrolles, Paris, 176p.1983.
2. Asch G.,"*Les capteurs en instrumentation industrielle*". Dunod, Paris,8 34p.1998.
3. Boudrant J., Corrieu G. et Coulet P.,"*Capteurs et mesures en biotechnologie*". Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 496 p. 1994.
4. Flaus J. M., "*La régulation industrielle. Régulateurs PID, prédictifs et flous*". Hermès , Paris, 349p. 1994.
5. Fabert J.-Y., "*Automatisme et automatique*". Ellipses, Paris, 284p. 2005.
6. Borne P. et al."*Analyse et régulation des processus industriels. Tom1: Régulation continue*". Technip, Paris, 504p. 1993.
7. Borne P. et al."*Analyse et régulation des processus industriels. Tom 2 : Régulation numérique*". Technip, Paris, 320p. 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	**Evaluation technico-économique des procédés**		2	2	**GPC 9.9**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Objectifs de l'enseignement :

Fournir au futur ingénieur et/ou chercheur en génie des procédés les connaissances et les méthodes pour fair l'évaluation technico économique de projets dans le domaine des procédés de transformation de la matière et de conversion de l'énergie.

Contenu de la matière :

1. L'ANALYSE DES MARCHES
    a. La dualité matières premières-produits et les relations quantités-prix
    b. Les méthodes de prévision
    c. Spécificités d'application des méthodes de prévision dans les domaines des prix et des quantités
2. LES ELEMENTS DU CALCUL ECONOMIQUE
    a. Etude de la rentabilité des projets
    b. Coût opératoire et prix de revient (operating cost and cost of price)
    c. Les charges d'investissements
3. LA DETERMINATION DES INVESTISSEMENTS EN LIMITES DES UNITES DE FABRICATION
    a. Les modalités de mise en œuvre d'une procédure d'estimation
    b. Les méthodes de détermination des investissements

Mode d'évaluation:

Controle continu: 40% , Examen:60%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Corrosion et protection Des installations		1	1	GPC 9.9
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30				

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les notions de base de la corrosion et la compréhension des phénomènes de dégradation des métaux.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie minérale, électrochimie, thermodynamique chimique et cinétique chimique.

Chapitre 1 : (3 semaines)

1.1. Notions de corrosion

1.2. Différents types de corrosion (Corrosion électrochimique : Corrosion chimique ; Corrosion bactérienne).

1.3. Différentes formes de corrosion : corrosion généralisée et corrosion localisée (corrosion galvanique, corrosion sous contrainte ; corrosion intergranulaire, etc).

Chapitre 2 : (6 semaines)

2.1. Diagramme potentiel-pH (Pourbaix) et applications.

2.2. Cinétique des processus de corrosion : processus anodique et cathodique, tension mixte, courant de corrosion

2.3. Monitoring de la corrosion : Techniques de suivi de la corrosion des équipements (ultrason, radiographie, etc).

2.4. Techniques de mesure de la vitesse de corrosion (gravimétrie, courbes de Tafel, spectroscopie d'impédance électrochimique…).

2.5. Caractérisation de surface : MEB, FEM, DRX…

Chapitre 3: (6 semaines)

3.1. Stratégies et méthodes de prévention et de protection : Mesures à prendre lors de la conception, choix de matériaux, protection par revêtements, injection d'inhibiteurs de corrosion,

3.2. Protection cathodique….

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

Références bibliographiques:

1. B.Baroux, « La corrosion des métaux; passivité et corrosion localisée », Dunod, 2014.
2. G.Béranger, H.Mazille, « Corrosion des métaux et alliages: mécanismes et phénomènes »; Traité MIM, série Alliage métalliques, Lavoisier, 2002.
3. F.Ropital, « Corrosion et dégradation des matériaux métalliques », Ed. Technip, 2009.
4. . Bensaada, Cours de corrosion, édition OPU, Alger, 2015.
5. Marcel Pourbaix, Atlas d'équilibres électrochimiques, Paris, éd. Gauthier-Villars et Cie, 1963.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Recherche documentaire et conception du mémoire		1	1	**GPC 9.10**
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Objectifs de l'enseignement :
Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception du mémoire

Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)
- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)

- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu)*
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit **(01 Semaine)**

Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? **(01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A.Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*

M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005:

Semestre : 9
Unité d'enseignement : UET 5.1
Matière 2 : Chemical reverse engineering
VHS : 67 h30 (Cours : 1h30, souis forme d'atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Former l'étudiant en :

- Intelligence concurrentielle
- Démarche qualité (contrôle qualité d'un produit auprès d'un fournisseur permettant une traçabilité, une analyse de conformité par exemple)
- Compréhension/anticipation de divers phénomènes (vieillissement prématuré, réactivité du produit, relation structure-propriété...).
- Substitution de matières premières (pénurie ou changement stratégique)
- Optimisation des produits
- Obtention de données pour la conformité réglementaire
- Protection de la propriété intellectuelle (vérification de la contrefaçon de brevets, de la concurrence déloyale, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Méthodes physicochimiques d'analyse (spectroscopie, microscopie, analyse thermique, etc….)

Contenu de la matière :

Chapitre1 Introduction à la rétro-ingénierie chimique

1.1 Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,

- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés…)
- Objectifs de conception du produit, contraintes qui ont pu influencer le produit, Pour quel marché le produit a-t-il été créé ? Comment le produit fonctionne-t-il ?
- Comment pensons-nous qu'il fonctionne ? Comment répond-il à l'objectif global de la conception ? Pourquoi a-t-il été conçu de cette manière ?

1.2 Méthodes et utilisation

- Chromatographie : séparer et identifier les différents composants d'un mélange
- Spectroscopie : identifier et quantifier les liaisons chimiques et les éléments présents dans un échantillon
- Microscopie : examiner la microstructure d'un échantillon
- Analyse thermique : étudier les propriétés thermiques d'un échantillon
- Rhéologie : étudier les propriétés mécaniques d'un échantillon en fonction du temps et de la température

1.3 Domaines d'utilisation

- Industries des polymères, peintures, encres, poudres, céramiques, composites, emballage
- Industries pharmaceutiques et médicaments
- Industries alimentaires
- Industries cosmétiques
- Industries pétrochimiques

1.4 Cas où la rétro-ingénierie n'est pas possible

- Formulations complexes
- Manque d'équipement
- Restrictions légales
- Problèmes de sécurité
- Dégradation

Chapitre2 Méthodologie générale

2.1 Pyramide inversée

2.1.1 Analyse globale du produit : Evaluation documentaire du mélange à déformuler,

2.1.2 Analyse superficielle du mélange : solubilité, réactivité chimique, présence de charge, nombre de composés formant le mélange, taille des molécules

2.1.3 Analyse spécifique de chacun des composés à déformuler : isoler les différentes espèces puis les identifier et les qualifier par des techniques de chromatographie, RMN, analyse élémentaire (MEB, EDX…)

2.1.4 Quantification des espèces isolées (chromatographies, RMN, Techniques gravimétriques)

2.1.5 Exemples d'applications : Ingénierie inverse de résines époxy, résines formo-phénoliques, peintures, shampooings, dispositifs médicaux, etc.

Chapitre 3 Processus de rétroingénierie

3.1 Hypothèse sur le procédé de fabrication

Reconstitution des étapes de fabrication à partir de la composition chimique :

- Température, pression, catalyseurs utilisés.
- Ordre d'ajout des réactifs.
- Conditions de réaction et purification.

3.2 Modélisation et simulation

- Utilisation de logiciels de simulation chimique (Aspen Plus, ChemCAD, etc.) pour valider les hypothèses.
- Évaluation des équilibres thermodynamiques et cinétiques.

3.3 Reproduction expérimentale

- Réalisation de tests en laboratoire pour vérifier les hypothèses de formulation ou de procédé.
- Ajustement des paramètres en fonction des résultats obtenus.

3.4 Optimisation

- Amélioration du procédé (rendement, coût, impact environnemental).
- Recherche de formulations équivalentes ou meilleures (génériques, alternatives brevetables, etc.).

Chapitre 4 Techniques de développement de formes pharmaceutiques génériques

4.1. Recherche et formulation :

4.2. Essais de bioéquivalence :

Bioéquivalence des médicaments génériques avec le médicament de référence,

4.3. Études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques :

4.4. Demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM) :

4.5. Contrôle de la qualité :

Chapitre 5 Techniques de développement de polymères

5.1 Acquisition et préparation de l'échantillon

- Acquisition : matière première ou prototype

Préparation: nettoyage, séchage, préparation de l'échantillon pour analyse selon la technique d'analyse utilisée

5.2. Analyses et Caractérisation (physiques et chimiques)
(microscopie, spectroscopie (e.g., FTIR, NMR), analyse thermique, et autres méthodes de détermination la structure la composition et propriétés des polymères.

5.3. Formulation et Reconstruction:

- Appréhender la composition :
- Reproduire le processus :

5.4. Validation et optimisation :

- Essais et validation :
- Optimisation :
- Production : (produit original, ou développer un nouveau)

5.5. Avantages de l'ingénierie inverse dans le développement des polymères :

- Reproduction de produits :
- Amélioration des produits existants :
- Développement de nouveaux produits :
- Réduction des coûts :
- Compréhension des produits concurrents :

Chapitre 6 Rétro ingénierie d'un détergent liquide commercial

Étape 1 : Produit existant (Échantillonnage**) : Prélèvement du produit détergent liquide à analyser**

Étape 2 : Analyse physico-chimique :

- Identification des tensioactifs
- Identification des polymères ou additifs.

Étape 3 : Composants identifiés :

- Dosage des composants

Étape 4 : Hypothèse sur la formulation

Étape 5 : Reconstitution du procédé

Reconstitution du processus probable :
1. Mélange à froid
2. Solubilisation
3. Ajustement du pH
4. Ajout de conservateurs et parfum

Étape 6 : Essais en labo

Reproduire le mélange avec les proportions estimées. Ajuster selon viscosité, mousse, pH, stabilité.

Étape 7 : Ajustements et tests

Évaluer les performances : pouvoir nettoyant, stabilité, coût.

Étape 8 : Formulation finale

Optimisation Ajouter des améliorations : agents biodégradables, meilleur parfum, réduction des coûts.

Remarques :

- Dans le cas d'un produit formulé (comme un détergent), la **séparation et l'identification des composants** est essentielle.
- Certaines substances comme les parfums ou les agents conservateurs peuvent être présents à **très faible concentration**, mais jouer un **rôle clé** dans la performance ou la perception du produit.

Chapitre 7 Analyse d'une huile moteur multigrade 5W-30

Objectif : Comprendre la composition chimique et les propriétés techniques d'une huile moteur 5W-30 d'un concurrent (ex. : Total, Mobil, Shell), afin de :

- ***Reproduire un lubrifiant équivalent,***
- ***Identifier les additifs utilisés,***
- ***Développer un produit de performance comparable ou améliorée***.

7.1 Caractéristiques d'une huile moteur à analyser

- **Grade SAE** : 5W-30 (bonne fluidité à froid + protection à chaud)
- **Spécifications** : API SP, ACEA C3
- **Utilisation** : moteurs essence et diesel récents, avec FAP ou catalyseur

7.2 Étapes de rétroingénierie

1. Préparation de l'échantillon

- Échantillon frais (neuf) prélevé dans un bidon scellé.
- Analyse également possible sur huile usagée pour étudier les performances en conditions réelles.

2. Analyses physico-chimiques

Analyse Viscosité cinématique
Indice de viscosité (VI)
Point d'éclair / Point de congélation
Analyses Spectrométriques (ICP-AES, **FTIR / GC-MS** …)

3. Composition typique identifiée

Composant
Base API Groupe III ou IV
ZDDP (zinc dialkyldithiophosphate)
Calcium / Magnésium
Phosphore
Polymères modificateurs de viscosité
Dispersants (borés, succinimides)
Inhibiteurs de corrosion

4. Reconstitution en formulation

5. Tests de validation

- Essais tribologiques (test 4 billes, ASTM D4172)
- Simulation moteur (sequence IVA, VG, etc.)
- Tests sur banc moteur (durabilité, consommation)
- Compatibilité avec catalyseurs, filtres à particules

Résultat final

- Formulation d'une huile moteur 5W-30 respectant les normes API/ACEA.
- Possibilité de formuler une **alternative low SAPS** pour moteurs récents.
- Réduction des cendres sulfatées et adaptation aux véhicules Euro 6/7.

Remarques

- La rétroingénierie d'une huile moteur nécessite une **connaissance poussée en tribologie, chimie organique et normes techniques**.
- L'utilisation de **packages d'additifs industriels** permet de simplifier la formulation, mais leur nature exacte est souvent **confidentielle**.
- Les **brevets** et **exigences réglementaires** (REACH, normes constructeurs) doivent être respectés.

Mode d'évaluation :

- TP techniques 30 %
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance) 40 %,
- Examen final (QCM + étude de cas) 30 examen 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

- **Jacques Villermaux**, *Génie de la réaction chimique : conception et fonctionnement des réacteurs*, Éditions Tec & Doc, 1993.
- **Daniel Schweich**, *Génie de la réaction chimique*, Éditions Tec & Doc, 2001.

- **Gilbert F. Froment & Kenneth B. Bischoff**, *Chemical Reactor Analysis and Design*, Wiley, 2010.
- **Searson, D. P., Willis, M. J., & Wright, A.**, *Reverse Engineering Chemical Reaction Networks from Time Series Data*, 2014.
- **Marote, P., Martin, M., Bonhomme, A., Lantéri, P., & Clément, Y.**, *Artificial Intelligence for Reverse Engineering: Application to Detergents Using Raman Spectroscopy*, 2023.
- T**echniques de l'Ingénieur**, *Procédés chimiques : Dossier complet*.